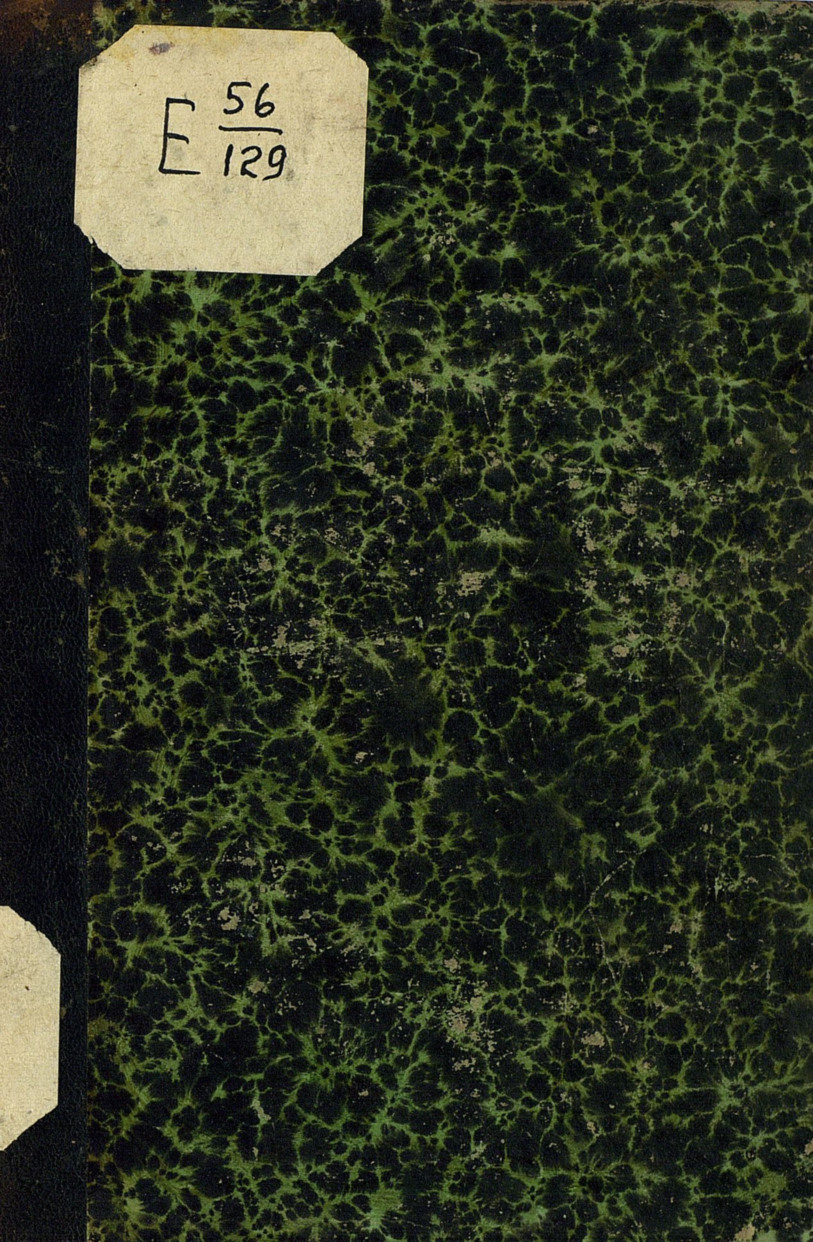


СООТНОШЕНІЯ

ФИЗИЧЕСКИХЪ СИЛЪ

В. Р. ГРОВЕ

ПЕРЕВОДЪ СЪ ЧЕТВЕРТАГО АНГЛІЙСКАГО ИЗДАНІЯ

ПОДЪ РЕДАКЦІЕЙ

М. А. АНТОНОВИЧА

С. ПЕТЕРБУРГЪ

Изданіе О. И. Бакста

1865

СООТНОШЕНІЕ

ФИЗИЧЕСКИХЪ СИЛЪ

В. Р. ГРОВЕ

ПЕРЕВОДЪ СЪ ЧЕТВЕРТАГО АНГЛІЙСКАГО ИЗДАНІЯ

ПОДЪ РЕДАКЦІЕЙ

М. А. АНТОНОВИЧА

С. ПЕТЕРБУРГЪ
Изданіе О. И. Бакста
1865

Дозволено цензурою. С Петербургъ, 16 Августа 1865 г.

ОГЛАВЛЕНІЕ.

ПРЕДИСЛОВІЕ.

Какой смыслъ имѣетъ терминъ «соотношеніе физическихъ силъ»,—это объяснено подробно въ самомъ текстѣ сочиненія (стр. 216).

Мысли, заключающіяся въ этомъ сочиненіи, въ первый разъ были изложены мною на лекціи въ лондонскомъ институтѣ, въ январѣ 1842 года, и затѣмъ болѣе подробно развиты въ курсѣ чтеній въ 1843 г. Такъ какъ съ тѣхъ поръ прошло уже двадцать лѣтъ, то я считаю нелишнимъ помѣстить въ предисловіи нѣсколько словъ о другихъ труженикахъ на томъ же поприщѣ.

Съ вопросомъ о соотношеніи физическихъ силъ случилось то же, что и со многими другими вопросами: одинаковыя мысли независимо и почти одновременно родились въ различныхъ умахъ. Въ маѣ 1842 года была издана статья г. Мейера, которую я не читалъ до выхода въ свѣтъ моего послѣдняго изданія, и теперь знаю только изъ словеснаго перевода моего друга. Въ ней выводятся почти тѣ же заключенія, къ какимъ и я пришелъ. Авторъ исходитъ отчасти изъ мышленія a priori, отчасти основывается на опытѣ, при которомъ вода нагрѣвалась движеніемъ, и на другомъ опытѣ, еще прежде произведенномъ Деви и доказывающемъ, что ледъ расплавляется отъ тренія въ средѣ, температура которой ниже точки замерзанія воды.

Въ 1843 г. появилась статья г. Джуля о механическомъ эквивалентѣ теплоты. Хотя въ ней не говорится прямо о необходимой взаимной зависимости всѣхъ физическихъ силъ, но она служитъ большимъ подтвержденіемъ моему ученію.

Въ то время, когда печаталось третье изданіе моего сочиненія, я имѣлъ счастье познакомиться съ Сегэномъ, который сообщилъ мнѣ, что его дядя, извѣстный Монгольфьеръ, уже давно держится убѣжденія, что сила неразрушима. Но за исключеніемъ одного мѣста въ его статьѣ о гидравлическомъ винтѣ, гдѣ онъ по всей вѣроятности говоритъ о механической силѣ, онъ ничего не напечаталъ объ этомъ предметѣ. Зато самъ Сегэнъ въ сочиненіи о вліяніи желѣзныхъ дорогъ, въ 1839 г., ясно высказалъ взгляды своего дяди и свои о тождествѣ теплоты съ механическою силою и вычислилъ ихъ эквивалентное отношеніе. Его результатъ близокъ къ результатамъ, полученнымъ впослѣдствіи Мейеромъ, Джулемъ и другими.

Нѣсколько великихъ математиковъ еще гораздо ранѣе поддерживали мысль о томъ, что они называли сохраненіемъ силы. Они утверждали, что тѣло, приведенное въ движеніе, будетъ двигаться до безконечности, если его не остановитъ столкновеніе съ другимъ тѣломъ, что тѣла упругія, даже въ случаѣ столкновенія, продолжаютъ двигаться (хотя и измѣняютъ направленіе своего движенія) съ силою, пропорціональною ихъ упругости; но относительно неупругихъ тѣлъ, насколько мнѣ извѣстно, всѣ полагали, что ихъ движеніе прекращается, и сила уничтожается. Монгольфьеръ сдѣлалъ шагъ впередъ, и его гидравлическій винтъ послужилъ доказательствомъ справедливости его напередъ составленной идеи о томъ, что ударъ или столкновеніе тѣлъ не уничтожаетъ механическую силу.

Однако, до открытія гальванической батареи, электромагнетизма, термо-электричества и фотографіи, въ большинствѣ случаевъ невозможно было представить себѣ, что дѣлается съ силою, которая, повидимому, исчезла. Явленія те-

плоты, извѣстныя съ давнихъ временъ, послужили средствомъ уяснить потерянную силу во многихъ случаяхъ остановки движенія, и мы находимъ, что Бэконъ провозгласилъ теорію, по которой онъ называетъ движеніе формою теплоты. Румфордъ и Деви приняли этотъ взглядъ, и первый сдѣлалъ попытку подтвердить его математическимъ вычисленіемъ, но, какъ кажется, ни тотъ, ни другой физикъ не связали его съ неуничтожаемостью силы. Д-ръ Роже, возставая противъ теоріи, по которой простое соприкосновеніе тѣлъ считается источникомъ гальванизма, философски подкрѣпляетъ свой доводъ идеею о нетворимости силы.

Такъ какъ я вставилъ въ послѣднія изданія моего сочиненія различныя открытія, сдѣланныя по этому предмету послѣ моихъ первыхъ лекцій, то многіе считаютъ меня только историкомъ прогресса, сдѣланнаго въ этой отрасли мысли. Всякій человѣкъ плохой судья въ дѣлѣ, въ которомъ самъ онъ заинтересованъ, а потому я пишу съ недовѣрчивостью; но не заявить, что я считаю себя первымъ, представившимъ этотъ предметъ въ обобщенной системѣ было бы съ моей стороны притворствомъ въ равнодушіи, котораго во мнѣ нѣтъ. Я проводилъ свой взглядъ въ лекціяхъ и въ сочиненіяхъ, много лѣтъ встрѣчая оппозицію, обыкновенно возникающую противъ новыхъ идей.

Постороннія занятія не дозволяли мнѣ передѣлать всѣ опыты, которые я предполагалъ сдѣлать; но я надѣюсь и думаю, что это сочиненіе, какъ бы несовершенно оно ни было, способствовало укорененію истины, защищаемой мною, въ той части публики, которая обращаетъ вниманіе болѣе на философію науки, чѣмъ на то, что въ настоящее время называютъ наукою.

Чтобы показать, что это сочиненіе существенно не отличается отъ мыслей, въ первый разъ изложенныхъ мною объ этомъ предметѣ, когда я ничего не зналъ о мысляхъ другихъ,

я рѣшаюсь помѣстить здѣсь нѣсколько отрывковъ изъ моей лекціи, напечатанной въ 1842 г.

Физика изучаетъ матерію и то, что я назову сегодня ея „проявленіемъ,“ а именно притяженіе, движеніе, теплоту, свѣтъ, электричество, магнетизмъ, химическое сродство. Эти проявленія и составляютъ силы. Въ настоящее время теорія стремится свести всѣ эти проявленія на одно — движеніе. Однако если бы даже теоріи объ этихъ предметахъ были до того обобщены, что превратились бы въ законы, то все-таки пришлось бы, по необходимости, удержать названія этихъ различныхъ проявленій, или, какъ ихъ тогда назовутъ, различныхъ родовъ движенія...

Эрстетъ доказалъ, что электричество и магнетизмъ суть двѣ силы, дѣйствующія одна на другую не по прямолинейному направленію, какъ всѣ другія извѣстныя силы, а подъ прямымъ угломъ, т. е. тѣла, въ которыхъ возбуждено электричество или въ которыхъ проходятъ электрическія токи, стремятся поставить магниты подъ прямымъ угломъ къ себѣ и на оборотъ, магниты стремятся поставить тѣла, проводящія электричество, подъ прямымъ угломъ къ себѣ...

Открытіе Эрстета, показавшее, что электричество есть источникъ магнетизма, вскорѣ навело физиковъ на мысль получить противуположный результатъ, т. е. извлечь электричество изъ постояннаго магнита. Если бы ожиданія экспериментаторовъ оправдались, если бы имъ удалось сдѣлать неподвижный магнитъ источникомъ электрическихъ токовъ, то они реализировали бы древнія мечты о вѣчномъ движеніи, обратили бы статику въ динамику, произвели силу безъ затраты; другими словами, они были бы творцами. Имъ не удалось, и Фарадей указалъ ихъ ошибку; онъ доказалъ, что для полученія электричества изъ магнетизма необходимо привести магниты въ движеніе, что магниты во время движенія возбуждаютъ электричество въ окружающихъ проводникахъ; что направленіе подобныхъ электрическихъ токовъ касательное къ полярному направленію магнита, что, подобно тому какъ динамическое электричество может служить источникомъ магнетизма и движенія, такъ и магнетизмъ вмѣстѣ съ движеніемъ можетъ быть сдѣланъ источникомъ электричества. Отсюда началась наука о магнито-электричествѣ въ противуположность электро-магнетизму; такимъ образомъ, между электричествомъ и магнетизмомъ доказано существованіе взаимности, такъ что если мы разсматриваемъ одну изъ этихъ силъ какъ причину, то другая является дѣйствіемъ...

Наука о термо-электричествѣ связала теплоту съ электричествомъ и доказала, что эти силы, подобно всѣмъ другимъ естественнымъ силамъ, могутъ взаимно возбуждать одна другую...

Гальваническое дѣйствіе есть химическое дѣйствіе, происходящее на разстояніи или проходящее по прямому направленію чрезъ извѣстную среду, и эквиваленты Дальтона суть показатели количества гальваническаго дѣйствія для соотвѣтствующихъ химическихъ веществъ...

Принимая количество электрическаго дѣйствія за количсетво, прямо пропорціональное производящему его химическому дѣйствію и, прилагая это начало на опытѣ, я успѣлъ увеличить силу Вольтова столба въ шестнадцать разъ въ сравненіи со всѣми прежними приборами...

Я сильно склоняюсь къ мнѣнію, что факты катализа зависятъ отъ гальваническаго дѣйствія, для возбужденія котораго необходимы три разнородныя тѣла. Согласно этому убѣжденію, я предпринялъ нѣсколько опытовъ и мнѣ удалось составить гальваническій элементъ изъ газа кислорода, газа водорода и металла платины, который отклонялъ гальванометръ и разлагалъ воду...

Мнѣ кажется, что теплоту и свѣтъ можно разсматривать какъ проявленія или, согласно теоріи волненій, какъ колебапіи самой матеріи, а не особенной жидкости — эфира; эти колебанія должны распространяться совершенно такъ же, какъ звукъ распространяется колебаніями дерева или волны водою. По моему мнѣнію всѣ слѣдствія теоріи волнообразныхъ колебаній выводятся такъ же легко изъ этой гипотезы, какъ и изъ гипотезы объ эфирѣ, ради которой мы должны предположить, что особенная, въ высшей степени тонкая жидкость, проникаетъ твердыя тѣла; а для этого мы должны допустить: во-первыхъ, существованіе самой жидкости; во-вторыхъ, что всѣ тѣла безъ исключенія пористы; въ-третьихъ, что эти поры сообщаются между собою; въ-четвертыхъ, что расширяемость матеріи огромна. Всѣ эти затрудненія уничтожаются при измѣненіи теоріи, которое я предлагаю, и при этомъ измѣненіи не возникаетъ ни одного новаго затрудненія, которое не относилось бы и къ принятой гипотезѣ. Уменьшеніе скорости движенія кометъ сильно говоритъ въ пользу существованія всюду распространенной матеріи; эта матерія представляетъ сопротивленіе движенію кометъ и, какъ кажется, нѣтъ никакой основательной причины не приписать ей другихъ отправленій, общихъ для всякой матеріи. Далѣе явленія прозрачности и непрозрачности легче объясняются первою, чѣмъ второю теоріею, такъ какъ они происходятъ отъ различія въ расположеніи частицъ самой матеріи. Что касается до двойнаго преломленія и поляризаціи, то по одной теоріи ихъ дѣйствія прямо объясняются молекулярнымъ строеніемъ, принявъ же другую теорію, мы должны еще допустить, что эфиръ имѣетъ различную упругость по различнымъ направленіямъ въ средѣ, производящей двойное преломленіе. Та же теорія приложима къ электричеству и магне-

тизму. Мои собственные опыты надъ вліяніемъ упругой средины на Вольтову дугу, и опыты Фарадея надъ электрическою индукціею представляютъ сильные доводы въ ея пользу. У меня большое стремленіе распространиться объ этомъ предметѣ гораздо болѣе чѣмъ слѣдуетъ. Поэтому я могу только предложить вамъ его на обсужденіе, а впослѣдствіи, если позволятъ обстоятельства, я разовью его гораздо подробнѣе...

Свѣтъ, теплота, электричество, магнетизмъ, движеніе и химическое сродство суть проявленія матеріи, переходящія одно въ другое; принимая какое либо изъ нихъ за причину, одно изъ остальныхъ будетъ слѣдствіемъ. Такъ, теплота производитъ электричество, электричество теплоту; магнетизмъ производитъ электричество, электричество магнетизмъ; то же самое можно сказать и обо всѣхъ остальныхъ. Причина и слѣдствіе, въ отношеніи къ этимъ силамъ, суть слова, принятыя только ради удобства. Намъ совершенно неизвѣстна первоначальная причина каждой и всѣхъ этихъ силъ, и, вѣроятно, никогда не будетъ извѣстна. Мы можемъ только открыть нормы ихъ дѣйствія и должны удовольствоваться изученіемъ ихъ проявленій и открытіемъ, помощью опыта, ихъ взаимныхъ отношеній.

Я переставилъ отрывки о гальваническомъ дѣйствіи и катализѣ, но я не прибавилъ къ нимъ ни слова. На сколько мнѣ извѣстно, мысли о томъ, что такъ называемыя невѣсомыя жидкости суть проявленія обыкновенной матеріи, что ихъ можно отнести къ движенію, что ихъ слѣдуетъ разсматривать въ ихъ дѣйствіи на матерію какъ силы, а не какъ особенныя сущности, и что онѣ способны взаимно возбуждать одна другую, а слѣдовательно дѣйствовать попеременно то какъ причина, то какъ слѣдствіе—въ то время нигдѣ не были напечатаны.

Такъ какъ въ моемъ первоначальномъ сочиненіи переданы лекціи, изданныя распорядителями института, то я, по необходимости, придерживался формы словеснаго изложенія. Приготовляя дальнѣйшія изданія, я нашелъ, что не могу измѣнить слогъ, не измѣнивъ тождества книги съ первымъ ея изданіемъ, а мнѣ, естественно, хотѣлось сохранить на сколько возможно первоначальный текстъ, который мало измѣненъ, не смотря на значительныя добавленія.

Форма лекцій заставила меня выражаться въ первомъ лицѣ, а потому прошу читателей не приписывать мнѣ догматизма, котораго у меня не было и въ мысляхъ. Если мои мнѣнія выражены голословно, то это потому, что опредѣленія и поясненія затрудняютъ слогъ и часто затемняютъ смыслъ.

Такъ какъ курсъ лекцій можетъ быть полезенъ только въ томъ отношеніи, что заставляетъ слушателя обращаться къ сочиненіямъ, въ которыхъ изложенъ предметъ лекцій, то цѣль и этого сочиненія скорѣе возбудить извѣстный рядъ мыслей о физическихъ фактахъ, чѣмъ критически разобрать каждую отдѣльную отрасль науки.

Въ одномъ или двухъ разборахъ прежнихъ изданій напали на общую мысль этого сочиненія. Я думаю, что теперь подобное нападеніе не можетъ повториться. Математическіе труды г-дъ Томсона, Клаузія и другихъ, которые не могли быть помѣщены здѣсь, возбудили интересъ къ нѣкоторыхъ частямъ предмета, много обѣщающаго въ будущемъ.

Короткіе и неправильные промежутки въ посторонних рѣшеніяхъ, которые я могу посвятить наукѣ, до того препятствуютъ постоянному вниманію, необходимому для надлежащаго развитія мысли, что я теперь не имѣлъ бы смѣлости напечатать подобное сочиненіе въ первый разъ; только благосклонный пріемъ его лицами, мнѣніями которыхъ я дорожу и желаніе—надѣюсь простительное—упрочить связь между любимыми мыслями моей молодости и моимъ именемъ, побудили меня напечатать его еще разъ.

Ученые читатели, надѣюсь, простятъ мнѣ самыя краткія поясненія нѣкоторыхъ отраслей наукп; безъ нихъ мое сочиненіе не было бы понятно многимъ изъ тѣхъ, для кого оно предназначается. Я старался расположить весь матеріалъ такъ, чтобы каждый отдѣлъ служилъ введеніемъ къ послѣ-

дующимъ и не требовалъ отъ читателей никакихъ предварительныхъ знаній, кромѣ основныхъ свѣдѣній по физикѣ.

Примѣчанія содержатъ ссылки на оригинальные мемуары, въ которыхъ разобраны соотвѣтствующія отрасли науки, и на мемуары, въ которыхъ можно найти важнѣйшія доказательства; въ тѣхъ случаяхъ, когда число этихъ мемуаровъ значительно, и они не для всѣхъ доступны, я отсылаю къ сочиненіямъ, въ которыхъ эти мемуары собраны. Чтобы не прерывать вниманія читателя, я помѣстилъ примѣчанія отдѣльно, въ концѣ книги, съ указаніями на страницы въ текстѣ.

ВВЕДЕНІЕ.

Когда мы въ первый разъ наблюдаемъ явленія природы, то въ насъ немедленно является стремленіе отнести ихъ къ чему нибудь уже извѣстному, помѣстить ихъ въ ряду признанныхъ истинъ. Образъ воззрѣнія на новые факты, благосклоннѣе всего встрѣчаемый публикой, есть тотъ, который связываетъ эти факты съ признанными уже взглядами, втѣсняетъ ихъ въ форму, уже принятую умомъ. Новый фактъ можетъ быть очень далекъ отъ тѣхъ фактовъ, къ которымъ его стараются отнести; онъ можетъ принадлежать къ совершенно другому разряду аналогій; но во время его открытія этого невозможно знать, потому что недостаетъ фактовъ, съ нимъ однородныхъ. Можетъ быть даже человѣческій умъ, подъ вліяніемъ прежде извѣстныхъ ему явленій, принялъ такое направленіе, что ему и невозможно составить какое нибудь совершенно новое воззрѣніе; но, допуская даже что это возможно, все таки новое воззрѣніе, по необходимости основанное на недостаточныхъ данныхъ, вѣроятно будетъ менѣе правильно и принесетъ болѣе вреда, чѣмъ стремленіе согласить новое открытіе съ фактами, уже извѣстными.

Всякая теорія, выводимая изъ новыхъ фактовъ, состоитъ ли она въ соглашеніи ихъ съ фактами уже извѣстными, или въ болѣе

трудной и опасной попыткѣ преобразовать господствующія и общепринятыя понятія, высказывается обыкновенно или тѣми лицами, которыя открыли эти факты, или же людьми, авторитетъ которыхъ въ то время признается; у другихъ недостаетъ для этого смѣлости, а если и достанетъ, то ихъ никто не слушаетъ. Теоріи, давно высказанныя, такимъ образомъ крѣпче всѣхъ держатся въ умахъ людей; во время ихъ появленія нѣтъ возможности повѣрить ихъ достаточнымъ рядомъ опытовъ, и онѣ единственно или преимущественно принимаются по вѣрѣ въ авторитетъ. Такъ какъ въ то время нѣтъ средствъ провѣрить новую теорію, то принятіе ея сначала сопровождается нѣкоторымъ недовѣріемъ; но такъ какъ время, необходимое для полнаго и добросовѣстнаго изслѣдованія ея, значительно превосходитъ срокъ жизни людей, современныхъ ея появленію, а индивидуальное и общественное мышленіе не выносятъ долго состоянія колебанія и сомнѣнія, — то теорія принимается за недостаткомъ лучшей и становится утвержденною истиною. Она передается отъ отца къ сыну и мало по малу занимаетъ свое мѣсто въ воспитаніи. Послѣдующія поколѣнія, умъ которыхъ образуется такимъ образомъ сообразно съ установившеюся теоріею, будутъ гораздо меньше расположены покинуть ее. Они первоначально приняли теорію изъ вѣры въ авторитетъ, для нихъ несомнѣнный; впослѣдствіи же, для того чтобы пожертвовать своею вѣрою въ теорію, имъ нужно было бы взяться за тяжелый трудъ преобразованія своихъ основныхъ понятій, трудъ, который общество какъ цѣлое рѣдко хочетъ и можетъ взять на себя; потому что частое повтореніе такихъ преобразованій было бы несовмѣстно съ самымъ существованіемъ человѣка въ состояніи общественности, такъ какъ оно привело бы къ анархіи мысли, къ непрерывному ряду умственныхъ революцій.

Въ этой необходимости есть своя хорошая сторона; но вредное дѣйствіе ея на движеніе науки впередъ заключается въ томъ, что такимъ образомъ самыя незрѣлыя теоріи часто становятся самыми долговѣчными; потому что никакая теорія не можетъ быть менѣе зрѣлою, ни одна не представляетъ болѣе шансовъ невѣрности, какъ та, которая сложилась подъ первымъ впечатлѣніемъ, произведеннымъ новымъ открытіемъ; и хотя время возвышаетъ авторитетъ тѣхъ, которые ее составили, но время никогда не можетъ дать этимъ знаменитымъ, но уже умершимъ людямъ возможности разобрать и исправить свои собственные ошибочные взгляды; это дается только послѣдующими открытіями.

Возьмите для примѣра Птоломееву систему, сущность которой мы не можемъ передать лучше, какъ выраженіемъ Шекспира: „тотъ, у кого голова идетъ кругомъ, воображаетъ себѣ, что весь міръ вращается около него.“ Въ настоящее время намъ очевидна ложность этой системы, потому что всѣ мы обладаемъ средствами опровергнуть ее; однако это заблужденіе въ теченіе вѣковъ принималось за истину; потому что въ то время, когда эта система первоначально появилась, не было средствъ для ея опроверженія, а когда впослѣдствіи стали возможны средства къ ея опроверженію, человѣчество уже до такой степени свыклось съ этой мнимой истиной, что отвергало всякое доказательство ея ложности.

Я привелъ это предварительное разъясненіе по двумъ причинамъ: вопервыхъ, чтобы убѣдить моихъ читателей выслушать просьбу, съ которою я обращаюсь къ нимъ, отбросить на сколько это возможно изъ ума своего заранѣе принятые взгляды, которыми и въ пользу которыхъ всѣ предрасположены; а вовторыхъ, чтобы защитить себя отъ обвиненія въ недостаточномъ уваженіи къ авторитетамъ,

или въ легкой оцѣнкѣ мнѣнiй тѣхъ людей, на которыхъ или на память о которыхъ человѣчество взираетъ съ благоговѣнiемъ. Чтобы вѣрно оцѣнить значенiе авторитета, мы должны разсматривать его въ связи съ тѣми средствами, которыя онъ имѣлъ для прiобрѣтенiя свѣдѣнiй. „Если карликъ на плечахъ великана можетъ видѣть дальше нежели великанъ“, то все же онъ не больше какъ карликъ въ сравненiи съ великаномъ.

Предметъ, къ изслѣдованiю котораго я приступаю, т. е. отношенiе различныхъ состоянiй матерiи между собой и къ самой матерiи, въ особенности требуетъ вниманiя свободнаго отъ предвзятыхъ воззрѣнiи. Различныя точки воззрѣнiя, съ которыхъ разсматривались эти состоянiя, различные взгляды на самую матерiю, метафизическiя тонкости, къ которымъ неизбѣжно ведутъ эти взгляды, если развивать ихъ далѣе надлежащей индукцiи изъ существующаго опыта,—все это представляетъ почти непреодолимыя затрудненiя для ясности пониманiя нашего предмета.

На сколько мои мнѣнiя объ этомъ предметѣ могутъ имѣть притязанiе на самостоятельность и новость было показано въ предисловiи; эти мысли сильно запечатлѣлись въ моемъ умѣ въ то время, когда я много занимался опытными изысканiями, и онѣ новы, если разсматривать ихъ какъ систему; такъ я тогда думалъ и до сихъ поръ думаю; нѣкоторыя выраженiя различныхъ и давнихъ авторовъ, болѣе или менѣе ясно намекающiя на мысли объ этомъ предметѣ, сходныя съ моими, были мнѣ неизвѣстны и только впослѣдствiи уже мнѣ указали на нихъ. Подробный разборъ ихъ и опредѣленiе того, на сколько я былъ предупрежденъ другими, вѣроятно было бы мало интересно для читателя, и въ подобномъ разборѣ мнѣ постоянно приходилось бы дѣлать сравненiя и показывать въ чемъ я разнюсь отъ дру-

тихъ и въ чемъ схожусь съ ними. Я могъ бы привести авторитеты, которые повидимому возстаютъ противъ нѣкоторыхъ высказанныхъ мною мнѣній, и другіе, повидимому согласные съ ними; но этимъ я только прервалъ бы послѣдовательность развитія моихъ собственныхъ идей, и могъ бы подвергнуться упреку въ ложномъ толкованіи мыслей другихъ. Поэтому я счелъ за лучшее избѣгать такихъ разсужденій въ текстѣ, а въ дополненіе къ очерку, сдѣланному въ предисловіи, помѣстить въ примѣчаніяхъ тѣ ссылки на мѣста въ сочиненіяхъ различныхъ писателей, которыя относятся къ разсматриваемому мною предмету и были мною открыты или же указаны мнѣ другими послѣ прочтенія лекцій, послужившихъ основой этому сочиненію.

Чѣмъ болѣе расширяются наши изслѣдованія, тѣмъ тверже мы убѣждаемся, что знаніе совершенствуется лишь весьма медленно, что тѣ самыя понятія, которыя представляются намъ новыми, проистекли, хотя быть можетъ и очень косвеннымъ путемъ, изъ послѣдовательныхъ видоизмѣненій взглядовъ, передававшихся по преданію. Каждое произнесенное нами слово, каждая продуманная нами мысль содержатъ въ себѣ слѣды прошедшаго и суть только отпечатокъ предшествовавшихъ словъ и мыслей. Подобно тому, какъ каждая матеріальная форма въ природѣ, если бы мы могли вѣрно разобрать ее, есть книга, содержащая въ себѣ прошедшую исторію міра, — такъ же точно и наша философія, какъ бы она ни казалась намъ отличною отъ философіи нашихъ предковъ, есть та же самая философія съ добавленіями и опущеніями,—философія предковъ, пропущенная, такъ сказать, капля по каплѣ чрезъ фильтру прошедшаго, такъ же точно какъ наша философія пройдетъ чрезъ фильтру будущаго. Остатки прошедшаго суть зародыши для будущаго.

Хотя много драгоцѣнныхъ фактовъ и вѣрныхъ выводовъ разсѣяно въ объемистыхъ сочиненіяхъ древнихъ философовъ, однако, — отдавая имъ вполнѣ заслуженную дань за то, что они посвятили всю свою жизнь на чисто умственныя занятія и мыслили рѣдко поверхностно, часто глубоко, — мы должны сказать, что нѣтъ ничего труднѣе, какъ уловить и понять идеи тѣхъ, которые въ разсужденіяхъ своихъ переходили отъ одной отвлеченности къ другой, и которые хотя и заимствовали, какъ полагаютъ теперь, основы своихъ первыхъ выводовъ изъ наблюденій природы, но впослѣдствіи построили на этихъ основахъ такое сложное зданіе силлогическихъ выводовъ, что если не слѣдовать тому же самому пути и не проходить тѣми же извилинами, которыя привели древнихъ авторовъ къ ихъ заключеніямъ, то заключенія эти остаются для насъ вполнѣ непонятными. Чтобъ думать такъ, какъ думали другіе, мы должны поставить себя въ тѣ самыя условія, въ которыхъ находились они; ошибки коментаторовъ вообще происходятъ отъ того, что они разсуждаютъ о доводахъ толкуемаго ими текста, или слѣпо придерживаясь буквы его, не принимая въ разсчетъ обстоятельствъ, при которыхъ были произнесены слова, или разсматривая образы, представлявшіеся автору разбираемаго сочиненія, со стороны, отличной отъ той, съ которой онъ самъ смотрѣлъ на нихъ. Опытная философія даетъ средство предостеречься какъ отъ ошибокъ разсуждающихъ „a priori“, такъ и отъ ошибокъ коментаторовъ, и во всякомъ случаѣ она предупреждаетъ соединеніе этихъ двухъ родовъ ошибокъ: хотя бы теоріи или объясненія факта и были различны, но самый фактъ остается неизмѣннымъ. Фактъ, сверхъ того, служитъ самъ пред-

ставителемъ мысли того, кто открылъ его: наблюденіе извѣстныхъ явленій привело его къ раскрытію новаго явленія природы; и хотя онъ могъ ошибиться въ своихъ заключеніяхъ объ этомъ явленіи тотчасъ послѣ его открытія, но соображенія, которыя привели къ открытію, сами по себѣ имѣютъ цѣну, и такъ какъ эти соображенія были путемъ, приведшимъ ученаго отъ извѣстныхъ истинъ къ неизвѣстнымъ, то они почти всегда поучительны.

У древнихъ существовали весьма различныя мнѣнія какъ о цѣли, которая должна преслѣдоваться при изученіи природы, такъ и о вѣроятныхъ результатахъ этихъ изысканій. Я не говорю здѣсь о нравственныхъ предметахъ, напр. о достиженіи summum bonum (высочайшее благо) и т. д., но только о пріобрѣтеніяхъ въ знаніи, доставляемыхъ изученіемъ природы. Польза была одною изъ цѣлей, которыя имѣлись въ виду, и она до нѣкоторой степени была достигнута, благодаря успѣхамъ, сдѣланнымъ въ астрономіи и механикѣ; Архимедъ напримѣръ, повидимому, постоянно имѣлъ въ виду эту цѣль; но пока изслѣдовали природу изъ любви къ наукѣ и для пріобрѣтенія той силы, какую она даетъ, большинство казалось имѣло надежду достичь какой то высшей цѣли, такой степени знанія, которая бы раскрыла тайны природы и дала бы возможность съ достовѣрностью знать, въ чемъ заключается самое сокровенное строеніе матеріи и каковы причины ея измѣненій. Но тамъ гдѣ древніе не могли дѣлать открытій, они вдавались въ отвлеченныя умозрѣнія. Левкиппъ, Демокритъ и другіе передали намъ свои понятія о послѣднихъ атомахъ, изъ которыхъ состоитъ матерія, и объ образѣ дѣйствія (modus agendi) силъ природы въ различныхъ преобразованіяхъ, которымъ подвергается матерія.

Надежда достигнуть конечныхъ причинъ или сущности вещей сохранилась долгое время послѣ того, какъ умозрѣнія древнихъ были оставлены; даже въ настоящее время весьма распространено понятіе, что физическія науки когда нибудь дойдутъ до этой степени. Францискъ Бэконъ, великій преобразователь науки, придерживался этого понятія и полагалъ, что путемъ опытнаго изслѣдованія явленій природы мы можемъ прослѣдить ихъ до нѣкоторыхъ первоначальныхъ причинъ или сущностей вещей, изъ которыхъ вытекаютъ всѣ разнообразныя явленія. Онъ обозначалъ эти причины схоластическимъ названіемъ „формъ", словомъ, заимствованнымъ изъ древней философіи, но различно примѣняемымъ. Подъ словомъ форма онъ, кажется, понималъ сущность качества— то, въ чемъ состоитъ это качество, если отвлечь отъ него все внѣшнее, то, что, будучи придано данному тѣлу, сообщитъ ему это особенное качество: такимъ образомъ форма прозрачности есть то, что составляетъ прозрачность, или то, посредствомъ чего, еслибъ оно было извѣстно, можно было бы произвесть или сообщить всякому тѣлу прозрачность.—Вотъ наглядный примѣръ того, что можетъ быть названо синтетическимъ приложеніемъ его философіи. „Въ золотѣ мы находимъ одновременно желтый цвѣтъ, вѣсъ, ковкость, огнеупорность, опредѣленную способность растворенія, и все это составляетъ природу золота; тотъ, кто постигнетъ форму и узнаетъ способъ какъ сообщать эту желтизну, вѣсъ, ковкость, огнеупорность, способность къ плавленію, растворенію и пр. въ ихъ частныхъ степеняхъ и пропорціяхъ, тотъ можетъ совмѣстить ихъ въ какомъ нибудь тѣлѣ, такъ чтобы послѣдовало превращеніе этого тѣла въ золото".

Съ другой стороны, аналитическій методъ или „изысканіе того, какъ произошло золото, другой металлъ или камень, и ка-

кимъ образомъ изъ первоначальной жидкой матеріи или начала оно дошло до степени совершеннаго минерала", состоитъ въ томъ, что Бэконъ называетъ скрытымъ процессомъ или въ изысканіи „того, что при каждомъ перерожденіи или преобразованіи тѣлъ улетучивается изъ нихъ, что остается, что прибавляется, отдѣляется отъ нихъ и т. д., — а въ процессахъ измѣненій или передвиженій, того, что производитъ движеніе, управляетъ имъ и тому подобнаго". Бэконъ кажется полагалъ, что качества предмета могутъ быть отдѣлены отъ самаго предмета и могутъ существовать сами по себѣ, и если они не могутъ быть физически изолированы, то во всякомъ случаѣ могутъ быть переносимы изъ одного тѣла въ другое и передаваемы отъ одного другому.

Послѣ Бэкона продолжало существовать и до сихъ поръ весьма распространено вѣрованіе въ такъ называемыя вторичныя причины или послѣдовательныя степени, по которымъ принимается, что всякое явленіе зависитъ неизбѣжно отъ другого, а другое отъ третьяго и такъ далѣе, пока не дойдемъ наконецъ до существенной причины, непосредственно зависящей отъ первой причины. Это понятіе вообще господствуетъ какъ на материкѣ Европы, такъ и въ Англіи: нѣтъ ничего обыкновеннѣе выраженія: „изучай дѣйствія съ цѣлью дойти до причинъ".

Вмѣсто того, чтобы принимать изысканіе существенныхъ причинъ за истинную цѣль физическихъ наукъ, я полагаю, что предметомъ ихъ должно быть изученіе фактовъ и отношеній между ними; и что хотя слово „причина" и можетъ быть употреблено во второстепенномъ и конкретномъ смыслѣ, для обозначенія силы, произведшей извѣстное дѣйствіе, но въ отвлеченномъ смыслѣ оно совершенно непримѣнимо: мы не можемъ утверждать ни объ одномъ физическомъ дѣйствіи,

что оно есть абсолютная причина другого дѣйствія; и если для удобства языка и можно допустить выраженіе второстепенной причинности, то оно должно относиться къ спеціальнымъ или конкретнымъ явленіямъ, о которыхъ въ данномъ случаѣ идетъ рѣчь, и никогда не должно быть обобщаемо.

Злоупотребленіе или скорѣй разнообразное употребленіе слова причина было источникомъ большой путаницы въ физическихъ теоріяхъ, и даже въ настоящее время философы далеко несогласны между собою въ своихъ понятіяхъ о причинности. По воззрѣнію Юма, наиболѣе распространенному, причинность заключается въ неизмѣнномъ предшествіи, т. е. онъ называетъ причиной то, что неизмѣнно предшествуетъ, а дѣйствіемъ, что неизмѣнно слѣдуетъ. Можно однако привести много примѣровъ неизмѣннаго слѣдованія одного за другимъ двухъ явленій, которыя однако не относятся между собою какъ причина къ дѣйствію: такимъ образомъ, по замѣчанію Рида, на которое Броунъ не далъ удовлетворительнаго отвѣта, день постоянно предшествуетъ ночи, однако день не есть причина ночи. Такъ же точно сѣмя предшествуетъ растенію, но не есть причина его; такъ что при изученіи физическихъ явленій дѣлается труднымъ отдѣлить идею о причинности отъ идеи о силѣ, и идеи эти были приняты нѣкоторыми философами за тождественныя. Приведемъ примѣръ, который покажетъ различіе этихъ двухъ взглядовъ: если поднять щитъ, удерживающій воду, то вода польется; въ обыкновенномъ языкѣ говорятъ, что вода течетъ потому, что щитъ, ее удерживавшій, поднятъ; эти два явленія неизмѣнно слѣдуютъ одно за другимъ: ни одинъ щитъ дѣйствительно удерживавшій воду не можетъ быть поднятъ безъ того, чтобы вода не потекла, а между тѣмъ въ другомъ, и можетъ быть болѣе строгомъ смыслѣ притяженіе земли есть причина, заставляющая воду течь. Но хотя

мы въ этомъ случаѣ и можемъ съ достовѣрностію сказать, что сила тяготѣнія есть причина теченія воды, но не можемъ по справедливости обобщать этого предложенія и говорить, что вообще притяженіе есть причина теченія воды, потому что теченіе воды можетъ происходить и отъ другихъ причинъ, отъ упругости газовъ, напримѣръ, которая заставляетъ воду течь изъ сосуда, наполненнаго воздухомъ, въ пустой сосудъ; притяженіе можетъ также при извѣстныхъ обстоятельствахъ останавливать воду, вмѣсто того чтобы заставить ее течь.

Такимъ образомъ ни тотъ, ни другой взглядъ не можетъ привести насъ до чего нибудь подобнаго абстрактной причинности. Если мы разсматриваемъ причинность какъ неизмѣнное слѣдованіе, то мы не можемъ найти ни одного случая, въ которомъ данное предшествующее явленіе было бы единственнымъ предшествующимъ данному слѣдующему явленію: такимъ образомъ, если бы вода могла течь единственно отъ подъема щита ее задерживавшаго, то тогда только мы имѣли бы право сказать абстрактно, что этотъ подъемъ есть причина теченія воды. Если же принимать взглядъ, который ищетъ причины явленія въ силѣ, то мы могли бы сказать абстрактно, что тяжесть есть причина теченія воды, если бы теченіе было только дѣйствіемъ этой одной силы; но этого мы не можемъ сказать. Если мы возьмемъ и разсмотримъ всякій другой примѣръ, то найдемъ, что причинность можетъ быть допускаема только въ частномъ случаѣ и не можетъ быть распространена до степени абсолютнаго положенія; не смотря на то, мы видимъ постоянныя попытки къ такому распространенію. Тѣмъ не менѣе въ каждомъ частномъ случаѣ, когда мы говоримъ о причинѣ, мы обыкновенно понимаемъ подъ нею какое нибудь предшествовавшее вліяніе или силу: смотря на движеніе или какое либо другое измѣненіе въ мате-

ріи, мы всегда представляемъ себѣ, что оно произведено какимъ нибудь предшествовавшимъ измѣненіемъ; и даже когда не можемъ связать его съ предшествовавшимъ явленіемъ, все таки относимъ его мысленно къ какому нибудь такому явленію; но далеко не ясно, чтобы эта привычка была философски правильна. Другими словами, это еще вопросъ,—можно ли переводить причину и дѣйствіе словами предшествіе и слѣдствіе, въ самомъ ли дѣлѣ причина предшествуетъ дѣйствію, т. е. предшествуетъ ли сила тому измѣненію матеріи, причиною котораго ее называютъ.

Дѣйствительно ли причина предшествуетъ дѣйствію—это вопросъ, подлежащій сомнѣнію, и одновременность ихъ была доказываема съ большимъ искуствомъ. Какъ на примѣръ такого доказательства можно указать, что притяженіе, заставляющее желѣзо приближаться къ магниту, существуетъ одновременно съ движеніемъ желѣза и всегда сопровождаетъ это движеніе; движеніе есть доказательство одновременнаго существованія причины или силы, но нѣтъ никакого основанія полагать, чтобы причина была отдѣлена отъ движенія какимъ либо промежуткомъ времени. По этому взгляду, время перестало бы быть необходимымъ элементомъ причинности; идея причинности, за исключеніемъ можетъ быть ея приложенія къ первоначальному созданію, перестала бы существовать, и тѣ же самые доводы, которые доказываютъ одновременность причины съ дѣйствіемъ, доказывали бы одновременность силы съ движеніемъ. Мы не могли бы однако, даже принимая этотъ взглядъ, обойтись безъ элемента времени въ слѣдованіи явленій; мы представляли бы, что дѣйствіе всегда сопровождается произведшей его причиной и существуетъ одновременно съ нею, но тѣмъ не менѣе мы стали бы относить это дѣйствіе къ какому нибудь предшество-

вавшему дѣйствію; и наше разсужденіе, приложенное къ послѣдовательному произведенію всѣхъ измѣненій природы, осталось бы тѣмъ же самымъ (т. е. допускало бы элементъ времени).

Привычка и отождествленіе мысли съ явленіями до такой степени принуждаютъ насъ къ употребленію общепринятыхъ терминовъ, что мы не можемъ избѣжать слова причина — даже въ томъ смыслѣ, противъ котораго мы возражали; если бы мы выбросили его изъ нашего словаря, то нашъ языкъ, при изложеніи послѣдовательныхъ измѣненій, былъ бы непонятенъ для современнаго поколѣнія. Обыкновенная ошибка, если я вправѣ считать ее таковою, состоитъ въ обобщеніи причины и въ допущеніи во всякомъ частномъ случаѣ общей вторичной причины, — чего-то такого, что не составляетъ первой причины, но что, будучи разсмотрѣно тщательно, должно имѣть всѣ свойства первой причины и существовать независимо отъ матеріи и господствовать надъ ней.

Отношенія электричества и магнитизма представляютъ намъ очень поучительный примѣръ вѣрованія во вторичную причину. Послѣ открытія электромагнитизма Эрстедомъ и до открытія магнитнаго электричества Фарадеемъ, высшіе научные авторитеты принимали, что электричество и магнитизмъ относятся одно къ другому, какъ причина къ дѣйствію, т. е. электричество разсматривалось какъ причина, а магнитизмъ какъ дѣйствіе; и гдѣ магниты существовали безъ всякихъ видимыхъ электрическихъ токовъ, которыми можно было бы объяснить ихъ магнитизмъ, тамъ предполагалось существованіе гипотетическихъ токовъ, съ цѣлью поддержать теорію причинности; но въ настоящее время можно одинаково справедливо назвать магнитизмъ причиной электричества и электрическіе токи отнести къ гипотетическимъ магнитнымъ линіямъ: если же элек-

тричество есть причина магнитизма, а магнитизмъ причина электричества, то слѣдовательно электричество есть причина электричества, — и это заключенiе есть, такъ сказать, приведенiе къ нелѣпости (reductio ad absurdum) ученiя о причинности.

Возьмемъ другой примѣръ, который сдѣлаетъ наши положенiя болѣе понятными. Отъ нагрѣванiя спаянныхъ съ одного конца пластинокъ сюрьмы и висмута происходитъ электрическiй токъ; если при этомъ соединить другiе концы пластинокъ тонкой проволокой, то проволока эта нагрѣвается. Въ этомъ случаѣ говорятъ, что теплота произвела въ металлахъ электричество, а электричество произвело въ проволокѣ теплоту, и въ конкретномъ смыслѣ это справедливо; но можемъ ли мы, основываясь на этомъ, сказать въ общемъ абсолютномъ смыслѣ, что теплота есть причина электричества или электричество причина теплоты? Конечно нѣтъ; потому что если одно изъ этихъ положенiй справедливо, то должно быть справедливо и другое, и слѣдствiе становится тогда причиной причины или, другими словами, явленiе производитъ само себя. Всякое другое предположенiе объ этомъ предметѣ приводитъ къ подобнымъ же затрудненiямъ, пока наконецъ умъ не дойдетъ до убѣжденiя, что отвлеченная вторичная причинность не существуетъ и что изслѣдованiя съ цѣлью отыскать конечныя существенныя причины тщетны.

Положенiе, которое я имѣю въ виду доказать въ этомъ сочиненiи, состоитъ въ томъ, что различныя состоянiя матерiи, составляющiя главный предметъ опытной физики, т. е. теплота, свѣтъ, электричество, магнитизмъ, химическое сродство и движенiе находятся всѣ въ соотношенiи и взаимной зависимости между собою; такъ что ни одно изъ нихъ, взятое отвлеченно, не можетъ быть названо суще-

ственной причиной другихъ, но каждое можетъ производить или превращаться въ любое изъ остальныхъ: такимъ образомъ, теплота можетъ непосредственно или посредственно производить электричество, а электричество—теплоту; тоже самое бываетъ и съ остальными, причемъ каждое изъ нихъ теряется, по мѣрѣ того какъ развивается производимая имъ сила. Тоже слѣдуетъ сказать объ остальныхъ силахъ, потому что изъ всѣхъ наблюденій надъ явленіями природы необходимо слѣдуетъ, что сила не можетъ породиться иначе, какъ изъ нѣкоторой предсуществовавшей силы или силъ.

Хотя слову „сила" и придается весьма различное значеніе разными авторами, но въ тѣсномъ смыслѣ оно можетъ быть опредѣлено какъ то, что производитъ движеніе или препятствуетъ ему. Хотя я сильно склоняюсь въ пользу мнѣнія, что всѣ вышепоименованныя свойства матеріи будутъ окончательно сведены къ видамъ движенія и въ подтвержденіе этого мнѣнія привожу много доводовъ въ послѣдующихъ частяхъ этого сочиненія, но въ настоящее время отожествлять ихъ съ движеніемъ — значило бы заходить слишкомъ далеко; поэтому для названія ихъ я употребляю слово сила, разумѣя подъ этимъ словомъ то дѣйствующее начало, нераздѣльное отъ матеріи, о которомъ предполагаемъ, что оно производитъ разнообразныя измѣненія въ ней.

Противъ слова сила и выражаемаго имъ понятія философы физики могутъ возражать на тѣхъ же основаніяхъ, которыя приводятся противъ слова причина, такъ какъ оно представляетъ отвлеченное представленіе ума, а не чувственное понятіе или явленіе. Возраженіе вѣроятно приняло бы приблизительно слѣдующую форму. Если перерѣзать тетиву натянутаго лука, то онъ выпрямится самъ собой; мы по-

этому говоримъ, что въ лукѣ заключается сила упругости, которая выпрямляетъ его; но если мы примѣняемъ наше выраженіе только къ одному этому опыту, то употребленіе термина сила будетъ лишнимъ и не прибавитъ ничего къ нашимъ свѣдѣніямъ о предметѣ. Все знаніе, которое можетъ пріобрѣсть нашъ умъ, на столько же доставляется ему выраженіемъ: „когда тетива перерѣзана, лукъ выпрямляется“,—на сколько выраженіемъ: „лукъ выпрямляется вслѣдствіе силы упругости“. Знаемъ ли мы болѣе объ явленіи, взятомъ отдѣльно, когда говоримъ, что оно произведено силой? Конечно нѣтъ; все, что мы знаемъ или видимъ — это дѣйствіе; мы не видимъ силы, а только движеніе или движущуюся матерію.

Возьмемъ теперь кусокъ каучука и, растянувъ его, предоставимъ потомъ самому себѣ; мы увидимъ, что онъ возвращается къ своей начальной длинѣ. Хотя мы имѣемъ здѣсь дѣло съ совершенно другимъ веществомъ, но замѣчаемъ нѣкоторое сходство въ дѣйствіи или явленіи съ натянутымъ лукомъ. Если мы повѣсивъ яблоко на ниткѣ, перерѣжемъ ее, то яблоко упадетъ. Въ этомъ случаѣ опять есть сходство, хотя менѣе поразительное, съ натянутымъ лукомъ и кускомъ каучука.

Если понимать слово сила какъ заключающее въ себѣ эти три различныя явленія, то оказывается нѣкоторая польза отъ этого выраженія, не потому, что бы оно объясняло или дѣлало болѣе понятнымъ уму о б р а з ъ д ѣ й с т в і я (modus agendi) силы въ матеріи, но потому, что оно представляетъ уму нѣчто сходное въ этихъ трехъ явленіяхъ, какъ бы различны они ни были въ другихъ отношеніяхъ: слово становится отвлеченнымъ или обобщеннымъ выраженіемъ, и съ этой точки зрѣнія оно чрезвычайно полезно. Хотя я привелъ только три примѣра,

но очевидно, что слово сила можно одинаково примѣнить къ тремъ стамъ или къ тремъ тысячамъ примѣровъ.

Можетъ быть скажутъ, что слово сила употребляется для выраженія не дѣйствія, а того, что производитъ дѣйствіе. Это справедливо, и въ такомъ обыкновенномъ значеніи я буду употреблять его въ этомъ сочиненіи. Но хотя слово это имѣетъ дѣйствительное значеніе, удаляясь отъ котораго мы сдѣлали бы рѣчь непонятной, тѣмъ не менѣе мы ни въ какомъ случаѣ не должны предполагать, что знаемъ болѣе о сущности явленія, когда говоримъ, что оно произведено чѣмъ-то; это нѣчто есть только слово, происходящее отъ постоянства и сходства явленій, которыя мы стараемся объяснить посредствомъ его. Отношенія между явленіями, къ которымъ прилагается слово сила или силы, даютъ намъ дѣйствительное знаніе; эти отношенія могутъ быть названы отношеніями между силами; наше знаніе объ нихъ не уменьшается отъ этого, а способъ выраженія становится значительно удобнѣе; но отдѣльныя явленія не дѣлаются отъ того болѣе извѣстными; мы не достигаемъ никакого новаго знанія о томъ, почему падаетъ яблоко, сказавъ, что оно принуждается къ паденію силой или падаетъ вслѣдствіе силы тяготѣнія; послѣднее выраженіе даетъ намъ возможность связать это явленіе весьма выгоднымъ образомъ съ другими явленіями, но тѣмъ не менѣе о частномъ явленіи, о которомъ идетъ рѣчь, мы все таки знаемъ только то, что при извѣстныхъ обстоятельствахъ яблоко падаетъ.

Въ предыдущихъ примѣрахъ сила разсматривалась какъ производитель движенія и въ этомъ случаѣ доказательство существованія силы заключалось въ произведенномъ ею движеніи; такимъ образомъ мы узнаемъ и опредѣляемъ силу, употребляе-

мую для выбрасыванія ядра изъ пушки по массѣ ядра и скорости, съ которою оно выбрасывается. Но можно еще разсматривать силу, какъ противодѣйствіе движенію. Проявленіе силы, когда это выраженіе прилагается къ сопротивленію движенія, имѣетъ нѣсколько различный характеръ; сопротивляющееся вещество подвержено частичнымъ измѣненіямъ и строеніе его болѣе или менѣе измѣняется; такимъ образомъ каучуковая полоса, къ которой привѣшена гиря, удлиняется и ея частицы перемѣщаются, сравнительно съ тѣмъ положеніемъ, которое онѣ имѣли, когда не подвергались дѣйствію силы тяжести. Точно такъ же кусокъ стекла, изогнутый дѣйствіемъ наложеннаго груза, испытываетъ измѣненіе въ своемъ строеніи; это внутреннее измѣненіе обнаруживается посредствомъ пропусканія чрезъ стекло луча поляризованнаго свѣта: такимъ образомъ устанавливается соотношеніе между частичнымъ состояніемъ тѣлъ и внѣшними силами или движеніемъ массъ. Каждая частица каучука или стекла должна дѣйствовать и участвовать въ сопротивленіи движенію массы, къ ней приложенной.

Въ такихъ случаяхъ трудно не признавать, что сила дѣйствительно существуетъ. Намъ нужно слово, чтобы выразить то состояніе напряженія, которое происходитъ въ тѣлѣ, когда тѣло сопротивляется движенію; мы знаемъ, что это напряженіе производитъ дѣйствіе, хотя это дѣйствіе отрицательно по своему характеру, состоитъ въ сопротивленіи движенію или въ остановкѣ его: хотя мы не можемъ прослѣдить образъ дѣйствія этого напряженія въ неодушевленной матеріи до его конечныхъ элементовъ, точно такъ же какъ не можемъ прослѣдить связь нашихъ собственныхъ мускуловъ съ волей, приводящей ихъ въ движеніе, тѣмъ не менѣе опытъ убѣждаетъ насъ, что состояніе матеріи, сопротивляющейся движенію, измѣняется подъ вліяні-

емъ другой движущейся матеріи, и это вліяніе мы называемъ силой.

Накладывая грузъ на стекло, мы заставляемъ его передвинуться на протяженіе, равное тому, которое оно опять прошло бы само собою, если бы грузъ былъ снятъ и это движеніе массы дѣлается представителемъ и мѣрой силы, дѣйствію которой подверглось стекло; пока послѣднее находится въ состояніи напряженія, сила продолжаетъ существовать, она способна воспроизвести начальное движеніе, и находясь въ парализованномъ состояніи относительно дѣйствительнаго движенія, тѣмъ не менѣе дѣйствуетъ на стекло. Движеніе прекращено, но сила не уничтожена.

Могутъ возразить, что если напряженіе или статическая сила есть парализованное движеніе, то во всякое время огромное количество динамическаго дѣйствія уничтожается во вселенной. Каждый камень, лежащій на холмѣ, каждая согнутая пружина, на поднятіе или сгибаніе которыхъ была израсходована сила, отвлекаютъ на время, а можетъ и на всегда, эту силу и уничтожаютъ ее. На самомъ дѣлѣ не такъ; что происходитъ, когда мы поднимаемъ грузъ и оставляемъ его на томъ мѣстѣ, до котораго подняли его? Мы измѣняемъ положеніе центра тяжести земли, а слѣдовательно положеніе самой земли относительно солнца, планетъ и звѣздъ; сдѣланное нами усиліе на поднятіе груза обнимаетъ и измѣняетъ всю вселенную, и мы не можемъ представить себѣ ни одного дѣйствія силы, которое не сохранялось бы вѣчно и постоянно, производя другія динамическія дѣйствія. Если вмѣсто одного груза мы поднимемъ два, и помѣстимъ каждый изъ нихъ на точкахъ діаметрально противоположныхъ одна другой, то можно было бы подумать, что здѣсь двѣ силы уничтожатъ одна другую, уравновѣсятся и не прозойдетъ измѣне-

нія въ положеніи центра тяжести земнаго шара; но за то мы увеличили средній діаметръ земли, а за тѣмъ неизбѣжно слѣдуетъ измѣненіе нашей планеты и всѣхъ другихъ небесныхъ тѣлъ.

Можно сказать, что сила парализуется или уничтожается только относительно того дѣйствія, которое она бы произвела, если бы не была задержана или приведена въ состояніе напряженія; но въ самомъ актѣ приведенія ея въ такое состояніе уже измѣняется отношеніе равновѣсія съ другими тѣлами, которыя въ свою очередь приходятъ отъ этого въ движеніе, такъ что на матерію, понимаемую въ ея совокупности, всегда дѣйствуетъ одно и тоже количество движенія.

Сдавите усиленно руки, сложенныя вмѣстѣ; съ перваго раза можно подумать, что здѣсь сила давленія уничтожилась, и что никакого измѣненія отъ нея не послѣдовало. Въ дѣйствительности не такъ; кровь отъ давленія рукъ течетъ быстрѣе, дыханіе учащается, измѣненія, которыя мы не умѣемъ еще прослѣдить, происходятъ въ мускулахъ и нервахъ; мы потеряли силу различными путями и должны, если продолжаемъ производить усиліе, пополнить наши источники силъ посредствомъ новаго химическаго дѣйствія въ желудкѣ.

Въ книгахъ, въ которыхъ излагается статика и динамика, обыкновенно принято, и вѣроятно это необходимо, изолировать разсматриваемые предметы, предполагать, напримѣръ, что два тѣла взаимно притягиваются и оставлять при этомъ безъ вниманія остальной міръ. Но подобнаго уединенія не существуетъ въ дѣйствительности, и мы не могли бы предсказать результаты его, если бы оно существовало. Стали ли бы два тѣла взаимно притягиваться въ пустомъ пространствѣ, если только пустое пространство мо-

жетъ существовать? Предположеніе, что они притягивали бы другъ друга въ этомъ случаѣ основывается на теоріи притяженія, которую самъ Ньютонъ отвергалъ и принималъ не болѣе какъ за удобное средство для разсмотрѣнія предмета. Для цѣлей преподаванія или доказательствъ какихъ нибудь теоремъ можетъ быть и удобно принимать, что матерія изолирована, и многія заключенія, до которыхъ дойдутъ такимъ образомъ, могутъ быть истинны, но многія будутъ и ошибочны.

Если усиліе, производящее напряженіе или статическую силу, распространяется на всю вселенную, то можно было бы подумать, что если напр. согнутая пружина разгибается или если поднятая тяжесть падаетъ, то при этомъ совершится только рядъ движеній въ обратномъ смыслѣ, все придетъ въ прежнее положеніе и не произойдетъ никакой перемѣны, такъ что по этой теоріи всякое движеніе возвращается всегда къ своему началу или неподвижному состоянію; а въ такомъ случаѣ также невозможны постоянныя перемѣны во вселенной, какъ невозможны они, при уничтоженіи силы. Если поднятіе груза измѣнило положеніе центра тяжести земли, а чрезъ то и вселенной, то паденіе груза возстановляетъ первоначальное положеніе центра тяжести, и все возвращается въ прежнее положеніе. Но въ этомъ разсужденіи мы опять таки мысленно изолируемъ нашъ опытъ и опускаемъ изъ виду окружающія обстоятельства. Въ промежуткѣ времени между поднятіемъ и паденіемъ груза, какъ бы малъ ни былъ этотъ промежутокъ, и даже въ самое время поднятія и паденія тѣла, земля продолжала обращаться около своей оси и около солнца, не говоря уже о другихъ измѣненіяхъ, напримѣръ температуры, космическаго магнитизма и т. д., которыя мы можемъ назвать случайными, но которыя, если бы вполнѣ были извѣстны, вѣроятно

оказались бы столь же необходимыми и могли бы быть приведены къ столь же постояннымъ законамъ, какъ и движенiе земли. Такъ какъ во время паденiя груза происходили перемѣны, то паденiе его не возвращаетъ только прежнее положенiе, а производитъ другiя перемѣны и такъ дальше. Ничто не повторяется, потому что ничто не можетъ быть поставлено вновь въ тѣже самыя условiя, въ которыхъ уже разъ находилось: прошедшее невозвратно.

ДВИЖЕНІЕ.

Движеніе — принятое нами въ предыдущихъ примѣрахъ за главный способъ проявленія силы — есть самое уловимое, самое очевидное изъ всѣхъ состояній матеріи. Видимое движеніе, или относительное измѣненіе положенія въ пространствѣ, есть явленіе столь понятное съ перваго взгляда, что стараться опредѣлить его—значило бы только затемнить его; но въ движеніи, какъ и во всѣхъ физическихъ явленіяхъ, есть такіе неуловимые переходы и неопредѣленныя границы, при которыхъ очевидный образъ дѣйствія, или движеніе, незамѣтно теряется, явленіе какъ будто уничтожается; чтобы открыть продолжающееся существованіе явленія, мы принуждены обращаться къ средствамъ изслѣдованія, разнящимся отъ обыкновенныхъ, и часто придаемъ другія и отличныя названія тѣмъ же явленіямъ, но только исчезнувшимъ для обыкновеннаго глаза и открытымъ при помощи особенныхъ научныхъ средствъ.

Такъ звукъ есть движеніе, и хотя въ ранніе періоды науки тождество звука съ движеніемъ не было прослѣжено, и ихъ почитали разными состояніями матеріи, — только въ концѣ прошлаго столѣтія появилась теорія, утверждавшая, что звукъ передается посредствомъ сотрясеній эѳира,—однако

въ настоящее время мы такъ легко сводимъ звукъ на движеніе, что для знакомыхъ съ акустикой явленіе звука немедленно представляетъ уму понятіе о движеніи, т. е. о движеніи обыкновенной матеріи.

Тоже и относительно свѣта; въ настоящее время нѣтъ никакого сомнѣнія, что свѣтъ движется или сопровождается движеніемъ. Здѣсь явленіе движенія не становится очевиднымъ для насъ чрезъ обыкновенныя чувственныя очущенія, какъ это бываетъ напримѣръ при движеніи видимаго тѣла, но мы доходимъ до понятія, что свѣтъ есть движеніе посредствомъ обратнаго умозаключенія отъ извѣстныхъ отношеній движенія ко времени и пространству. Такъ какъ всѣ наблюденія показываютъ намъ, что для перехода тѣла отъ одной точки пространства къ другой потребно время, то мы и заключаемъ, что во всѣхъ случаяхъ, когда непрерывное явленіе обнаруживается въ двухъ различныхъ мѣстахъ въ два разныя момента времени, происходитъ движеніе этого явленія, хотя бы и не могли прослѣдить послѣдовательности этого движенія. Такое же умозаключеніе убѣждаетъ насъ въ движеніи электричества.

Подобно тому, какъ мы говоримъ на обыкновенномъ языкѣ о движущемся звукѣ, хотя самый то звукъ и есть именно движеніе, такъ же точно не требуется большого усилія воображенія для того, чтобы представить себѣ свѣтъ и электричество какъ движеніе, а не какъ вещи движущіяся. Если ударить по одному концу длинной металлической полосы, то мы вскорѣ услышимъ звукъ на другомъ концѣ ея. Мы знаемъ, что это происходитъ вслѣдствіе сотрясеній полосы; звукъ есть только слово, выражающее образъ движенія, возбужденнаго въ полосѣ. Такъ же точно одинъ конецъ столба воздуха или стекла, подвергнутый свѣтовому импульсу, производитъ видимое свѣтовое дѣйствіе на

другомъ концѣ своемъ; дѣйствіе это также можетъ быть разсматриваемо, какъ сотрясеніе или переданное движеніе частицъ въ прозрачномъ столбѣ. Вопросъ этотъ будетъ впрочемъ подробнѣе разобранъ впослѣдствіи; въ настоящее же время мы будемъ придавать слову движеніе только то значеніе, въ которомъ его обыкновенно употребляютъ.

Съ явленіями видимаго движенія всегда было соединено то представленіе ума, о которомъ я уже упомянулъ выше и которому даютъ названіе силы; это представленіе, если мы разберемъ его, приводитъ насъ къ какому нибудь предшествующему движенію. Если исключить движенія произведенныя посредствомъ теплоты, свѣта и проч., которыя будутъ разсмотрѣны впослѣдствіи, то мы представляемъ себѣ, что движеніе всякаго тѣла сообщается ему веществомъ, уже находившимся въ движеніи.

Въ природѣ нѣтъ примѣра абсолютнаго покоя: вся матерія, на сколько простираются наши изслѣдованія, всегда находится въ движеніи, не только массъ, каковы планетные шары, но также и частицъ своихъ, т. е. во всемъ своемъ внутреннемъ строеніи: такъ, всякое измѣненіе температуры производитъ перемѣщеніе частицъ внутри всего нагрѣваемаго или охлаждаемаго вещества; медленныя химическія или электрическія дѣйствія, дѣйствія свѣта или невидимыхъ лучистыхъ силъ, всегда существуютъ; такъ что фактически мы не можемъ утверждать ни объ одной части матеріи, что она находится въ абсолютномъ покоѣ. Предположивъ однако, что движеніе не составляетъ необходимаго свойства матеріи, и что матерія можетъ находиться въ покоѣ, мы должны принять, что она никогда не вышла бы сама собою изъ состоянія покоя, никогда не пришла бы въ движеніе, если бы не была двинута какимъ нибудь тѣломъ, которое само движется или двигалось. Это положеніе примѣняется не

только къ движенію отъ дѣйствія толчка, похожему на тотъ случай, когда покоющійся шаръ ударяется движущимся тѣломъ или надавливается предварительно сжатой пружиной, но и къ движенію, причиняемому притяженіями, подобными магнитизму или тяготѣнію. Представимъ себѣ кусокъ желѣза, находящагося въ покоѣ въ прикосновеніи съ магнитомъ, тоже находящимся въ покоѣ; если мы желаемъ, чтобы желѣзо было приведено въ движеніе притяженіемъ магнита, то должны сначала передвинуть магнитъ или желѣзо, точно такъ же какъ должны поднять тѣло для того, чтобы оно упало. Всякое тѣло, находящееся въ покоѣ, осталось бы поэтому вѣчно въ покоѣ, а тѣло, разъ приведенное въ движеніе, продолжало бы вѣчно двигаться по тому же направленію и съ тою же скоростью, если только какое нибудь другое тѣло не помѣшаетъ ему или не подѣйствуетъ на него какая нибудь новая сила, кромѣ той, которая первоначально привела его въ движеніе. Эти положенія могутъ казаться нѣсколько произвольными, и необходимая истинность ихъ была подвержена сомнѣнію; долгое время впрочемъ они принимались за аксіомы, и во всякомъ случаѣ не можетъ быть никакихъ неудобствъ, если мы примемъ ихъ за положенія, не требующія доказательствъ. Существуетъ однако весьма распространенное мнѣніе, что если видимое или явное движеніе тѣла будетъ прекращено ударомъ его о другое тѣло, то движеніе прекращается, а сила, производившая его, уничтожается.

Но воззрѣніе, которое я имѣю, состоитъ въ томъ, что сила не можетъ быть уничтожена, а только подраздѣлена или измѣнена въ своемъ направленіи или своемъ характерѣ. Начнемъ съ направленія. Махните рукой: движеніе, которое повидимому прекратилось, перешло въ воздухъ, воздухъ передалъ его стѣнамъ комнаты и т. д.; такимъ образомъ, поступа-

тельными и отраженными волнами оно идетъ дальше, раздробляясь, но никогда не уничтожаясь. Правда, за извѣстной границей мы теряемъ всякую возможность открыть движенie; вслѣдствie крайняго раздробленія своего оно ускользаетъ отъ самыхъ тонкихъ средствъ, которыя мы имѣемъ для опредѣленія его, но мы можемъ безгранично расширять наши средства раскрывать движенie, если мы ограничимъ надлежащимъ образомъ его направленie или увеличимъ тонкость нашихъ наблюденій. Такъ, если мы махнули рукою въ неограниченной массѣ воздуха, то человѣкъ, находящійся въ разстояніи нѣсколькихъ футовъ, не можетъ почувствовать движенія воздуха; если же поршень, съ поверхностью равною поверхности руки, будетъ приведенъ въ движенie съ такою же скоростью внутри трубы, то можно будетъ чувствовать ударъ воздуха на разстояніи нѣсколькихъ аршинъ. Во второмъ случаѣ количество движенія въ воздухѣ не болѣе, нежели въ первомъ, но направленie его ограничено, вслѣдствie чего намъ и легче открыть его. Ограничивая еще болѣе направленie, какъ это сдѣлано въ духовомъ ружьѣ, мы получаемъ возможность открывать движенie воздуха и двигать другія тѣла на гораздо большемъ разстояніи. Напоръ воздуха, который въ духовомъ ружьѣ въ состояніи выбросить пулю на разстоянie четверти мили, перестаетъ быть ощутительнымъ на разстояніи одного аршина, когда ему позволяютъ распространяться во всѣ стороны, не ограничивая его направленія, какъ напримѣръ при разрывѣ бычачьяго пузыря, хотя при этомъ то же самое количество движенія сообщается окружающему воздуху.

Можно, однако, спросить: что дѣлается съ силой, когда движенie остановлено или замедлено встрѣчнымъ движенieмъ другаго тѣла? Обыкновенно полагаютъ, что въ такомъ случаѣ происходитъ покой или совершенное исчезновенie движенія, а

слѣдовательно и уничтоженіе силы. Движеніе массъ дѣйствительно можетъ прекратиться, но въ такомъ случаѣ порождается новая сила или новый видъ силы, проявляющійся уже не видимымъ движеніемъ, а теплотой. Я рѣшаюсь разсматривать теплоту, происходящую отъ тренія или удара, какъ продолженіе силы, которая предварительно была сообщена движущемуся тѣлу, и которая перестаетъ существовать какъ видимое движеніе, когда послѣднее задерживается другими тѣлами, и продолжаетъ существовать въ видѣ теплоты.

Предположимъ, для примѣра, что два тѣла A и B двигаются по противуположнымъ направленіямъ (устранимъ въ этомъ примѣрѣ всѣ сопротивленія, напр. воздуха и пр.); если они пройдутъ одно мимо другаго и не коснутся при этомъ другъ друга, то каждое изъ этихъ тѣлъ будетъ продолжать вѣчно двигаться по одному и тому же направленію, съ тою же самою неизмѣнною скоростью; но если они коснутся другъ друга, то скорость движенія каждаго тѣла уменьшится, и оба они нагрѣются; если прикосновеніе тѣлъ легко или таково, что причиняетъ лишь малое уменьшеніе скорости, какъ это бываетъ, когда поверхность тѣлъ смазана масломъ, тогда происходитъ и слабое нагрѣваніе ихъ; но если тѣла приходятъ въ прикосновеніе такимъ образомъ, что скорости ихъ значительно уменьшаются, какъ это бываетъ при ударѣ тѣлъ другъ о друга или при шероховатости ихъ поверхностей, тогда и нагрѣваніе ихъ значительно; такъ что, во всякомъ случаѣ, возбуждаемая теплота пропорціональна уменьшенію скорости. Когда же вмѣсто того, чтобы сопротивляться и слѣдовательно препятствовать движенію тѣла A, тѣло B уступаетъ ему или само получаетъ движеніе, первоначально сообщенное тѣлу A, тогда мы имѣемъ меньше теплоты, именно меньше въ количествѣ, про-

порціональномъ движенію тѣла В, ибо въ этомъ случаѣ сила продолжаетъ проявляться въ видѣ явнаго движенія; такимъ образомъ теплота, возбуждаемая треніемъ на оси вертящагося колеса, уменьшается, когда ось окружаютъ катками, которымъ сообщается движеніе оси, и чѣмъ меньше при ихъ посредствѣ первоначальное движеніе встрѣчаетъ препятствія, тѣмъ меньше и возбуждаемая теплота. Такъ же точно если тѣло двигается въ жидкости, то хотя и производится нѣкоторое количество теплоты, но оно повидимому ничтожно, потому что частицы жидкости сами двигаются и продолжаютъ движеніе, первоначально сообщенное тѣлу; движущееся тѣло теряетъ количество движенія, соотвѣтствующее тому, которое оно передаетъ частицамъ жидкости; когда же извѣстное количество движенія теряется какъ тѣломъ, такъ и частицами жидкости, то возбуждается соотвѣтствующая потерѣ теплота.

Изъ этого положенія вытекаетъ такое обратное заключеніе, что чѣмъ тверже трущіяся или ударяющіяся тѣла, тѣмъ больше должно быть количество теплоты, возбужденное треніемъ и ударомъ, что и подтверждается въ дѣйствительности. Кремень, сталь, твердые камни, стекло и металлы,—суть тѣла, дающія наибольшее количество теплоты при треніи и ударѣ; напротивъ того, вода, масло и т. д., даютъ очень мало теплоты или почти вовсе не даютъ ее, и вслѣдствіе значительной подвижности своихъ частицъ даже уменьшаютъ ея развитіе, когда помѣщены между движущимися твердыми тѣлами. Такъ, если мы смазываемъ масломъ оси колесъ, то получаемъ болѣе быстрое движеніе самыхъ тѣлъ, но меньше теплоты; если же усиливаемъ сопротивленіе движенію, напримѣръ, дѣлая шероховатыми поверхности, приходящія въ прикосновеніе, такъ что каждая частица этихъ поверхностей будетъ ударяться о другую и препятство-

вать ея движенію, тогда мы ослабляемъ движеніе, но за то увеличиваемъ теплоту; или если тѣла полированы и вмѣсто простого скользанія ихъ одно по другому, мы сначала сильно сдавили ихъ, а потомъ уже заставили тереться одно о другое, то во многихъ случаяхъ развиваемъ больше теплоты, нежели при треніи шероховатыхъ тѣлъ, потому что мы приводимъ такимъ образомъ большее число частицъ въ соприкосновеніе между собою и слѣдовательно имѣемъ большее сопротивленіе начальному движенію. Я не могу представить себѣ никакого случая возбужденія теплоты чрезъ треніе, которое не объяснялось бы посредствомъ этого взгляда: треніе поэтому есть просто задержанное движеніе. Чѣмъ больше задержки, тѣмъ больше требуется силы для преодолѣнія ея и тѣмъ больше возбуждается теплоты; теплота эта, будучи продолженіемъ силы движенія, которая не можетъ уничтожиться, способна, какъ мы сейчасъ увидимъ, воспроизводить явное движеніе или движеніе опредѣленныхъ массъ.

Какова бы ни была природа тѣлъ, будь поверхность ихъ гладка или шероховата, будь они жидкія или твердыя, если на нихъ дѣйствовала одна и та же начальная сила и все произведенное ею движеніе вполнѣ прекратилось, то здѣсь будетъ возбуждено одно и тоже количество теплоты, хотя при движеніи, переходящемъ по большому числу точекъ матеріи, намъ труднѣе замѣтить возбужденную теплоту, по причинѣ ея большаго разсѣеванія. Треніе жидкостей производитъ теплоту; дѣйствіе это было кажется въ первый разъ замѣчено Мейеромъ. Полное количество теплоты, произведенное треніемъ жидкостей, должно быть равно теплотѣ, возбуждаемой треніемъ твердыхъ тѣлъ; потому что хотя каждая частица жидкости производитъ мало теплоты, такъ какъ движеніе ея легко перенимается сосѣдними частицами, тѣмъ не менѣе когда вся масса пришла въ покой,

то она произвела тоже самое препятствіе первоначальному движенію, какое произвело бы противу той же самой силы треніе твердыхъ тѣлъ. Если разсматривать полное количество теплоты и принимать въ разсчетъ удѣльную теплоемкость употребляемыхъ для тренія веществъ, то, вѣроятно, найдемъ количества теплоты равныя въ обоихъ случаяхъ, хотя во второмъ она менѣе ощутительна; при треніи твердыхъ тѣлъ, теплота проявляется на нѣкоторыхъ опредѣленныхъ точкахъ, тогда какъ въ жидкостяхъ она разсѣевается; какъ время, такъ и пространство, въ которыя происходитъ движеніе, различны въ обоихъ случаяхъ, въ послѣднемъ теплота гораздо легче отвлекается окружающими тѣлами.

Если бы тѣло было упруго и своею реакціею воспроизводило часть переданной ему начальной силы, то въ немъ развивалось бы пропорціонально меньше теплоты; если же оно было бы совершенно упруго, и воздухъ и другія вещества не представляли бы ему сопротивленія, то полученное однажды движеніе было бы вѣчно, а теплоты не произошло бы вовсе. Каучуковый мячикъ, перебрасываемый въ теченіе нѣсколькихъ минутъ между отбойникомъ и стѣной, не нагрѣвается замѣтнымъ образомъ, тогда какъ свинцовая пуля, выстрѣленная изъ ружья въ стѣну нагрѣвается до такой степени, что ее нельзя держать въ рукѣ; въ первомъ случаѣ, движеніе массы продолжается вслѣдствіе ея упругости, а въ послѣднемъ, движеніе уничтожается, и происходитъ теплота.

Маятникъ, приведенный въ движеніе въ пустомъ колоколѣ воздушнаго насоса, продолжаетъ колебаться цѣлые часы или даже дни; треніе въ точкѣ привѣса и сопротивленіе воздуха доведены здѣсь до наименьшей величины, и развивающаяся теплота незамѣтна, но эти ничтожныя сопротивленія прекращаютъ наконецъ движеніе массы: одно изъ сопротивленій уноситъ движеніе

въ видѣ теплоты, другое—передаетъ силу стѣнкамъ колокола, а отъ этихъ внѣшнимъ предметамъ. Подобныя же соображенія приложимы къ колебаніямъ спиральной пружины и уравнительнаго колеса карманныхъ часовъ.

Для того чтобы завести стѣнные часы, расходуется извѣстное количество силы руки; эта сила получается обратно при опусканіи гири; колеса движутся, маятникъ продолжаетъ колебаться, теплота возбуждается въ каждой трущейся точкѣ, и окружающій воздухъ приводится въ движеніе, часть котораго обнаруживается намъ въ звукахъ, производимыхъ ходомъ часовъ. Но, могутъ сказать, если, вмѣсто того, чтобы позволить гирѣ дѣйствовать на часовой механизмъ, обрѣзать веревку, на которой она повѣшена, то гиря упадетъ и сила уничтожится. Нисколько; потому что въ этомъ случаѣ домъ будетъ приведенъ въ сотрясеніе отъ удара падающей гири, слѣдовательно сила и движеніе продолжаются, тогда какъ въ первомъ случаѣ гиря тихо достигаетъ пола и отъ прикосновенія съ нимъ не обнаруживаются ни сила, ни движеніе, ибо онѣ уже предварительно были израсходованы.

Если начальное движеніе, вмѣсто того чтобы быть остановленнымъ вслѣдствіе столкновенія съ другими тѣлами, какъ при треніи и ударѣ, задерживается заключеніемъ въ опредѣленномъ пространствѣ или сжиманіемъ, какъ это бываетъ, когда механическими средствами препятствуютъ расширенію газа, то при этомъ также образуется теплота; напримѣръ, если употреблять поршень для сжатія воздуха въ закрытомъ сосудѣ, то сжатый воздухъ, а посредствомъ его и стѣнки сосуда нагрѣваются; здѣсь воздухъ, не имѣя возможности принять или продолжать начальное движеніе поршня, сообщаетъ частичное движеніе или расширеніе всякому тѣлу, находящемуся съ нимъ въ прикоснове-

ніи, и на оборотъ, если мы расширяемъ воздухъ механическимъ средствомъ, какъ напримѣръ, поднимая поршень, то происходитъ охлажденіе. Точно такъ же, когда частицы твердаго тѣла сжимаются или сближаются между собой, когда, напримѣръ, куютъ молотомъ желѣзную полосу, то происходитъ теплота, сверхъ той, которая получается отъ однихъ только ударовъ. Въ этомъ послѣднемъ случаѣ, трудно произвести обратное дѣйствіе, получить холодъ посредствомъ механическаго расширенія твердаго тѣла; нѣчто подобное происходитъ впрочемъ при растворeніи, когда частицы твердаго тѣла отдѣляются одна отъ другой и расходятся на большія разстоянія, при чемъ происходитъ охлажденіе.

Мы вправѣ заключить изъ весьма обширнаго ряда наблюденій и опытовъ, что за нѣкоторыми любопытными исключеніями, о которыхъ будемъ говорить далѣе, всякій разъ, когда тѣло сжимается или приводится къ меньшимъ размѣрамъ, оно нагрѣвается, т. е. заставляетъ расширяться окружающія его вещества. Всякій разъ, когда тѣло расширяется или увеличивается въ объемѣ, оно охлаждается, или заставляетъ сжиматься окружающія вещества.

Джуль (Joule) произвелъ большое число опытовъ, съ цѣлью опредѣлить количество теплоты, производимой даннымъ механическимъ дѣйствіемъ. Онъ производилъ опыты свои слѣдущимъ образомъ: приборъ, состоящій изъ вала съ мѣдными или желѣзными лопатками, вращался въ водяной или ртутной ваннѣ. Вращеніе происходило отъ гири, поднятой подобно часовой гирѣ, до нѣкоторой высоты. Дѣйствуя во время своего паденія на ось и блокъ, гиря передавала движеніе колесу съ лопатками; вода или ртуть служила вмѣстѣ и средою, въ которой происходило треніе, и калориметромъ; теплота измѣ-

рялась чувствительнымъ ртутнымъ термометромъ въ нее опущеннымъ. Результаты этихъ опытовъ показываютъ, что паденіе тяжести въ 772 англ. фунта съ высоты одного англ. фута способно возвысить температуру одного англ. фунта воды на одинъ градусъ термометра Фаренгейта. Опыты Джуля были произведены чрезвычайно тщательно; онъ принималъ въ разсчетъ даже тысячныя доли градуса Фаренгейта, и большое число его термометрическихъ данныхъ заключалось въ предѣлахъ одного такого градуса. Другіе физики, производившіе опыты по этому предмету, получили весьма различные численные результаты; но общее мнѣніе склоняется въ пользу чиселъ данныхъ Джулемъ, какъ повидимому подходящихъ къ истинѣ ближе всѣхъ до сихъ поръ полученныхъ.

До сихъ поръ я не обращалъ вниманія на физическій характеръ трущихся тѣлъ; но природа даетъ намъ замѣчательное различіе въ характерѣ или родѣ силы, вызванной треніемъ, смотря потому будутъ ли трущіяся тѣла однородны или разнородны между собою: если они однородны, то образуется одна только теплота; если же они разнородны, то электричество.

Хотя мы и находимъ у нѣкоторыхъ авторовъ указанія на образованіе электричества отъ тренія однородныхъ тѣлъ, но, какъ я утверждалъ въ моихъ первыхъ чтеніяхъ, фактъ этотъ не оправдался на моихъ собственныхъ опытахъ, а мое заключеніе было подтверждено нѣкоторыми опытами профессора Эрмана сообщенными собранію Британскаго Общества въ 1845 году; при этихъ опытахъ онъ нашелъ, что электричество не происходитъ отъ тренія совершенно однородныхъ веществъ, каковы, напримѣръ, части разломанной надвое полосы. При опытахъ такого рода трудно избѣжать слабыхъ электрическихъ токовъ, вслѣдствіе практической трудности достигнуть

совершенной однородности въ самыхъ веществахъ, въ ихъ размѣрахъ, температурѣ и проч.; во всякомъ случаѣ производимое электрическое дѣйствіе очень незначительно и измѣняется въ направленіи, такъ что въ окончательномъ результатѣ не остается ничего. Дѣйствительно трудно и представить себѣ противное. Какимъ образомъ могли бы мы вообразить себѣ или опредѣлить направленіе тока идущаго отъ тѣла къ тому же самому тѣлу, или дать наставленіе для повторенія опыта? Сказать, что при треніи другъ о друга двухъ кусковъ висмута, желѣза или стекла, электрическій токъ идетъ отъ висмута къ висмуту, отъ желѣза къ желѣзу, или отъ стекла къ стеклу, — это совершенно неясно, потому что немедленно является вопросъ—отъ какого же куска висмута и къ какому идетъ токъ? И если отвѣтить на этотъ вопросъ, назвавъ одинъ кусокъ A, другой B, то такой способъ обозначенія былъ бы только приложимъ къ употребленнымъ при опытѣ кускамъ; и здѣсь различное названіе выказывало бы различіе въ дѣйствительности: ибо иначе можно бы замѣнить кусокъ B кускомъ A, и тогда кусокъ, къ которому притекало положительное электричество, сдѣлался бы въ свою очередь кускомъ, къ которому притекаетъ отрицательное электричество. Мы могли бы сказать, что электричество идетъ отъ матоваго стекла къ гладкому, отъ чугуна къ кованному желѣзу, но въ этихъ случаяхъ нѣтъ однородности. Еще можно представить себѣ, что когда движеніе непрерывно и происходитъ по опредѣленному направленію, то можетъ быть возбуждено электричество посредствомъ тренія однородныхъ тѣлъ. Если A и B трутся одно о другое, вращаясь въ противуположныя стороны, то можно представить себѣ, что концентрическіе токи положительнаго и отрицательнаго электричества двигаются внутри металловъ, и могутъ быть опредѣлены по направленію ихъ движенія;

дѣйствительно, это было бы явленіе отличное отъ тѣхъ, которыя мы разсматривали. Но безъ какого либо различія между двумя тѣлами въ качествѣ ихъ или въ направленіи движенія, мы не можетъ описать электрическія дѣйствія, даже едва ли можемъ представить его себѣ.

Однако, при переломѣ или даже треніи одно о другое однородныхъ тѣлъ наблюдаютъ явленія, къ которымъ прилагается названіе электрическихъ: вспыхиваніе свѣта или свѣтовая линія является на мѣстѣ перелома; одни называютъ это явленіе электрическимъ, а другіе относятъ его къ фосфоресценціи.

Я самъ наблюдалъ замѣчательный случай этого рода при выдѣлкѣ каучука, обыкновенно употребляемаго для непромокаемыхъ тканей: если двумъ кускамъ этого вещества дать слипнуться, такъ чтобы они частію соединялись и представляли нѣкоторое сопротивленіе раздѣленію, то при отдѣленіи ихъ другъ отъ друга или разрывѣ на части, мы увидимъ свѣтовую линію, которая будетъ слѣдовать по линіи разрыва.

Если этотъ разрядъ явленій можетъ быть причисленъ къ электрическимъ, то это есть электричество, уничтожаемое по мѣрѣ возбужденія его; никакого двойственнаго характера не отпечатлѣно въ этомъ случаѣ на веществѣ, приведенномъ въ дѣйствіе: вспыхиваніе свѣта, о которомъ говорилось выше, можетъ на столько же быть названо электрическимъ, какъ искра, происходящая отъ удара стали о кремень, или медленное горѣніе фосфора, или всякій другой случай развитія теплоты и свѣта. Кажется, лучше было бы отнести эти явленія къ разряду теплоты и свѣта, нежели къ электричеству, а послѣднее названіе удержать для случаевъ, гдѣ обнаруживается двойственный или полярный характеръ силы. Въ опытахъ, которые были сдѣланы относительно тренія одинаковыхъ веществъ,

изъ которыхъ одно обнаруживало положительное, а другое отрицательное электричество, непремѣнно было нѣкоторое различіе въ образѣ тренія, отъ котораго частичное состояніе тѣлъ по всей вѣроятности было измѣнено, такъ что одно изъ веществъ стало отлично отъ другаго; такимъ образомъ Бергманъ утверждаетъ, что когда трутъ два куска стекла, такъ что всѣ части одного изъ нихъ проходятъ только по одной части другаго, первое электризуется положительнымъ, а второе отрицательнымъ электричествомъ. Очевидно, что въ этомъ случаѣ треніе на одномъ кускѣ сосредоточено около одной линіи, и въ этомъ мѣстѣ должно произойти большее измѣненіе въ частичномъ строеніи, нежели въ соотвѣтствующей части другаго куска, гдѣ треніе распространено по всей поверхности; такъ напримѣръ, если протащить ленту поперегъ другой ленты, дѣйствіе тренія не будетъ тождественно въ обѣихъ лентахъ; такъ еще, при раздробленіи кристалловъ, мы имѣемъ дѣло съ веществами, частицы которыхъ расположены полярно,—поверхности осколковъ нельзя принять за тождественныя въ частичномъ отношеніи.

Возбужденіе электричества посредствомъ обыкновенной электрической машины происходитъ, на сколько я могу понять, отъ прерыванія или нарушенія смежности между разнородными тѣлами; металлическая поверхность, амальгама подушки, прикасается къ стеклу; эти тѣла дѣйствуютъ одно на другое посредствомъ силы сцѣпленія; и когда внѣшняя механическая сила нарушаетъ это сцѣпленіе, какъ это бываетъ во всякое мгновеніе движенія стекляннаго круга или цилиндра, въ обоихъ тѣлахъ развивается электричество; будь тѣла эти однородны, то развивалась бы одна только теплота.

По опытамъ Селивэна (Sulliven), электричество можетъ

быть произведено посредствомъ простаго сотрясенія или вибраціи, если сотрясающееся вещество состоитъ или изъ различныхъ металловъ, какъ напр., проволока, составленная частію изъ желѣза, а частію изъ мѣди, которую заставляютъ производить музыкальный звукъ,—или изъ одного и того же металла, когда части его не однородны, каковъ напр. кусокъ желѣза, одна часть котораго тверда и имѣетъ кристаллическое сложеніе, а другая мягка и волокнистаго сложенія. Возбуждаемый токъ, повидимому, происходитъ отъ сотрясеній, а не отъ произведенной ими теплоты, ибо онъ немедленно прекращается вмѣстѣ съ сотрясеніями.

И такъ, при настоящемъ состояніи науки, мы можемъ сказать что при треніи и ударѣ однородныхъ тѣлъ возбуждается теплота, а не электричество; когда же соприкасающіяся тѣла неоднородны, то можно навѣрное утверждать, что треніемъ или ударомъ ихъ всегда возбуждается электричество, хотя это электричество будетъ всегда сопровождаться большимъ или меньшимъ количествомъ теплоты. Но если мы приступимъ къ вопросу о количествѣ возбужденнаго электричества въ зависимости отъ различнаго характера употребляемыхъ тѣлъ, то приходимъ къ весьма запутаннымъ результатамъ. Тѣла могутъ различаться столькими особенностями, которыя болѣе или менѣе вліяютъ на развитіе электричества, каковы: химическій составъ ихъ, состояніе ихъ поверхностей, степень ихъ плотности, ихъ прозрачность или непрозрачность, ихъ электропроводность и т. д., что опредѣлить норму ихъ дѣйствія чрезвычайно трудно. Въ видѣ общаго правила, можно сказать, что развитіе электричества бываетъ тѣмъ значительнѣе, чѣмъ больше употребляемыя вещества различаются своими физическими и химическими качествами, и въ особенности своей электропроводно-

стію; но до настоящаго времени, законы управляющіе развитіемъ электричества не были опредѣлены даже приблизительно.

Я сказалъ относительно различныхъ силъ или состояній матеріи, что каждая изъ нихъ можетъ посредственно или непосредственно производить другія; вотъ и все, что я могу утверждать о нихъ при современномъ состояніи науки; но, послѣ долгихъ соображеній, я сильно склоняюсь въ пользу мнѣнія, что наука быстро идетъ къ доказательству непосредственныхъ или прямыхъ отношеній между всѣми силами. Тамъ, гдѣ теперь еще не найдено непосредственной связи между какими нибудь двумя изъ этихъ силъ, электричество представляетъ обыкновенно связывающее звѣно или посредствующій членъ.

И такъ, движеніе производитъ непосредственно теплоту и электричество, а электричество, возбужденное движеніемъ, пораждаетъ магнитизмъ, — силу, которая всегда производится электрическими токами подъ прямымъ угломъ къ направленію этихъ токовъ, что будетъ впослѣдствіи подробнѣе разъяснено. Свѣтъ также легко производится движеніемъ, или непосредственно, какъ это бываетъ, когда онъ сопровождаетъ теплоту возбуждаемую при треніи, или посредственно чрезъ электричество, происшедшее отъ движенія, какъ это бываетъ въ электрической искрѣ, которая имѣетъ многіе признаки солнечнаго свѣта и отличается отъ него только въ тѣхъ отношеніяхъ, которыми разнится свѣтъ, исходящій изъ различныхъ источниковъ или видимый чрезъ различныя среды; напримѣръ, положеніемъ постоянныхъ линій въ спектрѣ и размѣрами пространствъ, занимаемыхъ лучами различной преломляемости. При химическихъ соединеніяхъ и разложеніяхъ, которыя совершаются на концахъ проводниковъ электрической машины, погруженныхъ въ среды различнаго химическаго состава, мы возбуждаемъ хими-

ческое сродство посредствомъ электричества, первоначальнымъ источникомъ котораго было движенiе. Движенiе, наконецъ, можетъ быть произведено, въ свою очередь, силами, которыя получили свое начало отъ движенiя; такимъ образомъ, удаленiе другъ отъ друга полосокъ электроскопа, вращенiе электрическаго колеса, отклоненiе магнитной стрѣлки, — всѣ эти явленiя, когда они производятся электричествомъ, возбужденнымъ движенiемъ, представляютъ собою явныя движенiя, воспроизведенныя посредствующими силами, которыя сами были порождены движенiемъ.

ТЕПЛОТА.

Если мы примемъ теперь теплоту за исходную точку, то увидимъ, что ею легко могутъ быть произведены всѣ другіе виды силы. Разсмотримъ сначала движеніе: оно такъ обыкновенно и, можно кажется сказать, неизмѣнно является непосредственнымъ слѣдствіемъ теплоты, что мы, если не вполнѣ, то почти вполнѣ можемъ привести теплоту къ движенію и смотрѣть на нее какъ на механическую отталкивательную силу, противодѣйствующую притягательной силѣ сцѣпленія и стремящуюся двигать частицы всякаго тѣла или отдѣлять ихъ одну отъ другой.

Не лишнимъ считаю оговориться относительно значенія, которое я придаю слову частица или молекуль, часто встрѣчающемуся въ этомъ сочиненіи; я не употребляю его въ томъ смыслѣ, которое придаютъ ему приверженцы атомистической теоріи, я не хочу имъ выразить, что матерія состоитъ изъ недѣлимыхъ частицъ или атомовъ. Слово это принимается мною для того, чтобы выразить необходимое различіе между дѣйствіемъ неопредѣленно малыхъ физическихъ элементовъ матеріи и дѣйствіемъ массъ, имѣющихъ осязаемые размѣры,—подобно тому, какъ съ

большимъ удобствомъ пользуются словами линія или точка въ отвлеченномъ смыслѣ, хотя въ дѣйствительности не существуетъ вещи, имѣющей длину и ширину и не имѣющей толщины, или вещи безъ частей и размѣровъ.

Если мы оставимъ въ сторонѣ ощущеніе, производимое теплотой въ нашемъ собственномъ тѣлѣ, и будемъ разсматривать теплоту только въ ея дѣйствіяхъ на неорганическую матерію, то мы найдемъ, что за весьма немногими исключеніями, на которыя будетъ указано дальше, всѣ дѣйствія того, что называютъ теплотой, состоятъ въ увеличеніи объема матеріи, подвергающейся ея вліянію, и что матерія, такимъ образомъ расширенная, имѣетъ способность, сжимаясь сама собою, заставлять расширяться всѣ тѣла, находящіяся въ соприкосновеніи съ нею. Такъ, каждое твердое тѣло, напримѣръ желѣзо, жидкое — вода, или газъ—атмосферный воздухъ,—при нагрѣваніи расширяются по всѣмъ направленіямъ; въ двухъ первыхъ случаяхъ, увеличивая до извѣстной степени теплоту, мы измѣняемъ физическій характеръ вещества: твердое тѣло обращается въ жидкость, а жидкость въ газъ; но и эти переходы суть также расширенія, въ особенности послѣдній, когда, за извѣстнымъ предѣломъ, расширеніе начинаетъ быстро и неопредѣленно возрастать. Что обыкновенно дѣлаютъ для нагрѣванія тѣлъ или для увеличенія теплоты въ какомъ нибудь веществѣ? Его просто приближаютъ къ какому нибудь другому нагрѣтому, т. е. расширенному веществу, которое охлаждается или сжимается по мѣрѣ того, какъ первое расширяется. Выбросимъ изъ нашего ума понятіе, что теплота есть сама по себѣ нѣчто вещественное, и предположимъ, что явленія эти разсматриваются въ первый разъ, безъ всякой напередъ составленной идеи о предметѣ; не позволимъ себѣ никакой ги-

потезы, а выразимъ только какъ можно проще факты, съ которыми мы познакомились; въ чемъ состоятъ они? въ томъ, что матеріи принадлежитъ молекулярная отталкивательная сила, способность къ расширенію, которая можетъ быть сообщаема посредствомъ соприкосновенія или приближенія.

Теплота, разсматриваемая такимъ образомъ, есть движеніе и это частичное движеніе мы легко можемъ обратить въ движенія массъ, или въ движеніе въ его самой обыкновенной и явной формѣ: напримѣръ, въ паровой машинѣ, поршень и всѣ соединенныя съ нимъ массы матеріи приводятся въ движеніе частичнымъ расширеніемъ водяныхъ паровъ.

Для того, чтобы произвести непрерывное движеніе, необходимо попеременное дѣйствіе теплоты и холода. Данное количество воздуха, напримѣръ, нагрѣтое выше температуры окружающаго воздуха, расширяется; если этотъ воздухъ заставить дѣйствовать на подвижной поршень, то онъ будетъ двигать его до тѣхъ поръ, пока упругость запертаго воздуха не сдѣлается равною упругости наружнаго воздуха. Если заключенный воздухъ оставить въ этомъ состояніи, то поршень не двинется съ мѣста; если же охладить воздухъ подъ поршнемъ, то давленіе наружнаго воздуха на поршень будетъ болѣе давленія внутренняго, и поршень вернется въ свое первоначальное положеніе: совершенно такъ же, какъ магнитъ, какъ то будетъ показано, когда мы дойдемъ до магнитной силы, поставленный въ извѣстное положеніе, производитъ движеніе въ находящемся вблизи его желѣзѣ, но для того, чтобы сдѣлать это движеніе непрерывнымъ или получить механическую силу, которою можно было бы воспользоваться, магнитъ долженъ быть размагничиваемъ, иначе плучается устойчивое равновѣсіе.

Въ случаѣ перемѣщенія поршня нагрѣтымъ воздухомъ, движеніе массы становится выраженіемъ количества теплоты, т. е. расширенія или разъединенія частицъ; и во всѣхъ нашихъ обыкновенныхъ средствахъ измѣрять теплоту мы измѣряемъ ее не иначе, какъ посредствомъ ея динамическаго дѣйствія. Всѣ различныя видоизмѣненія термометра и пирометра суть средства для измѣренія теплоты помощію движенія; въ этихъ приборахъ жидкія или твердыя тѣла расширяются и удлиняются, т. е. движутся по опредѣленному направленію и своимъ собственнымъ видимымъ движеніемъ, или движеніемъ соединеннаго съ ними указателя, даютъ нашимъ чувствамъ возможность судить о силѣ, которая приводитъ ихъ въ движеніе. Было произведено нѣсколько тщательныхъ опытовъ, изъ которыхъ можно вывести, что теплота возбуждаетъ отталкивательное дѣйствіе и между отдѣльными массами. Френель (Fresnel) нашелъ, что подвижныя тѣла, нагрѣтыя въ пустомъ колоколѣ воздушнаго насоса, отталкиваютъ другъ друга на замѣтныя разстоянія; а Бэденъ Поуэль (Baden Powell) нашелъ, что кольца, обыкновенно называемыя Ньютоновыми, измѣняютъ свою ширину и положеніе, когда нагрѣваютъ стекла, между которыми они являются, и притомъ такимъ образомъ, какъ будто стекла эти взаимно отталкиваются. Теорія кометъ Фэ (Faye) основана на подобной же отталкивательной силѣ. Впрочемъ не совѣмъ легко представить себѣ эти явленія съ той же точки зрѣнія, какъ и молекулярное отталкивательное дѣйствіе теплоты.

Явленія такъ называемой скрытой теплоты считались обыкновенно сильными доказательствами мнѣнія, по которому теплота принималась или за дѣйствительную матерію,

или, во всякомъ случаѣ, за вещественную сущность, а не за движенiе или свойство обыкновенной матерiи.

По моему мнѣнiю, гипотеза, принимающая скрытую матерiю, крайне опасна,—это нѣчто похожее на старое понятiе о флогистонѣ; эта неосязаемая, невидимая, неслышимая матерiя въ сущности есть чисто умственное представленiе, принятiе котораго я допускаю только въ случаѣ крайней необходимости; тѣмъ болѣе, что такiя же тонкости могутъ легко быть перенесены на другiя естественныя явленiя и увеличить массу гипотезъ, которыя рѣдко необходимы и должны быть принимаемы возможно рѣже, даже въ ранній перiодъ открытiя. Какъ примѣръ, и я полагаю поразительный примѣръ, вреднаго дѣйствiя такихъ гипотезъ, я укажу на подобное же ученiе о невидимомъ свѣтѣ; при чемъ я надѣюсь, меня не уличатъ въ неуваженiи къ достойному основателю этого ученiя, такъ же точно какъ при разборѣ ученiя о скрытомъ теплородѣ я не имѣю ни малѣйшаго желанiя умалить заслуги великихъ естествоиспытателей, изучавшихъ явленiя, которыя теорiя эта старается объяснить. Развѣ слова невидимый свѣтъ не заключаютъ въ себѣ противорѣчiя? Развѣ свѣтъ не почитался всегда тѣмъ дѣятелемъ, который производитъ впечатлѣнiе на наши органы зрѣнiя? Въ такомъ случаѣ невидимый свѣтъ есть мракъ и если невидимый свѣтъ существуетъ, то мракъ есть свѣтъ. Можно, я знаю, сказать, что одинъ глазъ открываетъ свѣтъ тамъ, гдѣ для другаго это невозможно; что кошка можетъ видѣть тамъ, гдѣ человѣкъ ничего не видитъ; что насѣкомое можетъ видѣть тамъ, гдѣ кошка не видитъ; но въ такомъ случаѣ это не есть невидимый свѣтъ для тѣхъ, которые видятъ его; свѣтъ, или лучше предметъ, видимый кошкой, можетъ быть невидимъ для человѣка, но онъ видимъ для кошки, а слѣдовательно,

нельзя назвать его абсолютно невидимымъ. Если мы пойдемъ дальше, и найдемъ дѣятеля, который дѣйствуетъ на нѣкокорыя вещества подобно свѣту, но не производитъ, на сколько намъ извѣстно, впечатлѣнія на зрительный органъ животнаго, то не ошибочно ли будетъ называть этотъ дѣятель свѣтомъ? Есть много случаевъ, въ которыхъ уклоненіе отъ однажды принятаго значенія слова мало по малу до такой степени вошло въ общее употребленіе, что сдѣлалось неизбѣжнымъ, но я полагаю, что слѣдуетъ по возможности избѣгать умноженія такихъ случаевъ, какъ вредныхъ для той точности языка, которая есть одна изъ самыхъ надежныхъ охранъ науки, и отсутствіе которой причинило столько существеннаго вреда физическимъ наукамъ.

Перейдемъ теперь къ краткому разбору вопроса о скрытой теплотѣ и посмотримъ, нельзя ли такъ же хорошо, если не болѣе удовлетворительно, объяснить ея явленія, не прибѣгая къ гипотезѣ о скрытой матеріи, — къ гипотезѣ, представляющей такія же затрудненія, какъ понятіе о невидимомъ свѣтѣ, хотя первое болѣе освящено обычаемъ. Предполагаютъ, что скрытая теплота есть теплородъ въ покойномъ состояніи, соединенный съ обыкновенной матеріей такъ, что онъ не можетъ быть обнаруженъ никакими средствами до тѣхъ поръ, пока матерія, съ которою онъ соединенъ, остается въ томъ же физическомъ состояніи, но можетъ быть сообщенъ другимъ тѣламъ или поглощенъ отъ нихъ, когда матерія, съ которою онъ соединенъ, измѣняетъ свое состояніе. Возьмемъ общеизвѣстный примѣръ: одинъ фунтъ или какой нибудь данный вѣсъ воды при температурѣ 172° Ф., смѣшанный съ такимъ же вѣсомъ воды при 32° Ф., принимаетъ среднюю температуру въ 102° Ф.; тогда какъ вода при 172° Ф., смѣшанная съ равнымъ вѣсомъ

льда при 32° Ф., т. е. тающаго льда, приводится сама къ 32°. По теоріи скрытаго теплорода явленіе это объясняется слѣдующимъ образомъ: въ первомъ случаѣ, когда смѣшивается вода съ водою, оба тѣла находятся въ одномъ и томъ же физическомъ состояніи, и никакой скрытой теплоты не можетъ проявиться или явной теплоты скрыться; во второмъ же случаѣ, когда ледъ переходитъ изъ твердаго состоянія въ жидкое, онъ отвлекаетъ отъ воды, съ которой смѣшанъ, столько теплоты, сколько ея требуется для приведенія его въ жидкое состояніе, и эта теплота скрывается или удерживается въ соединеніи съ водой до тѣхъ поръ, пока вода остается въ жидкомъ состояніи, и такая теплота не можетъ быть обнаружена никакимъ теплоизмѣрительнымъ средствомъ.

Я думаю, что это и подобныя явленія, при которыхъ теплота производитъ измѣненіе въ состояніи тѣлъ, могутъ быть объяснены и ясно усвоены, не прибѣгая къ понятію о скрытомъ теплородѣ, хотя и требуется нѣкоторое умственное усиліе для того, чтобы освободиться отъ этого понятія и просто разсматривать явленія въ ихъ динамическихъ отношеніяхъ. Чтобы легче было разсматривать ихъ такимъ образомъ, проведемъ сначала параллель между чисто механическими дѣйствіями и нѣкоторыми простыми дѣйствіями теплоты, при которыхъ не происходитъ измѣненія въ состояніи тѣла (подъ измѣненіемъ состоянія я разумѣю переходъ изъ твердаго состоянія въ жидкое или изъ жидкаго въ газообразное). Помѣстите подъ колоколъ воздушнаго насоса бычачій пузырь и нагрѣйте воздухъ, внутри его находящійся, до болѣе высокой температуры, нежели та, которую имѣетъ окружающій воздухъ—пузырь расширится; вгоните въ него воздухъ механически, посредствомъ нагнетательнаго насоса—пузырь также расширится; охладите

наружный воздухъ или удалите его давленіе механически, помощью воздушнаго насоса—и пузырь опять расширится; наоборотъ, увеличте наружную отталкивательную силу нагрѣваніемъ или механическимъ давленіемъ и пузырь будетъ сжиматься. Въ механическихъ дѣйствіяхъ при этихъ опытахъ сила, производящая расширеніе, получается на счетъ употребленнаго механическаго дѣятеля, т. е. на счетъ мышечной силы, тяжести, противудѣйствія упругихъ пружинъ, или какой нибудь другой силы, посредствомъ которой приводится въ движеніе поршень воздушнаго насоса. Въ теплородныхъ дѣйствіяхъ сила происходитъ отъ химическаго процесса, совершающагося въ пламени лампы или другаго источника теплоты, употребленнаго при этомъ опытѣ.

Разсмотримъ теперь опытъ, такъ принаровленный, что сила, производящая расширеніе въ одномъ случаѣ, производитъ соотвѣтствующее сжиманіе въ другомъ. Такъ напримѣръ, если два пузыря, соединенные шейкою, будутъ на половину наполнены воздухомъ, то когда одинъ изъ нихъ сжимается вслѣдствіе сдавливанія, другой расширится, и наоборотъ; точно такъ же, пузырь, отчасти наполненный холоднымъ воздухомъ и заключенный внутри другаго пузыря, наполненнаго нагрѣтымъ воздухомъ, будетъ расширяться и тѣмъ самымъ уменьшитъ пространство между пузырями; мы видимъ при этомъ простое перенесеніе одного и того же количества отталкивательной силы, такъ какъ подвижность частицъ, или ихъ взаимныя притяженія одинаковы въ обоихъ тѣлахъ; другими словами, отталкивательная сила дѣйствуетъ по направленію наименьшаго сопротивленія, пока равновѣсіе не будетъ возстановлено; тогда она переходитъ въ статическое или спокойное состояніе изъ динамическаго или двигательнаго, въ какомъ находилась прежде.

Обратимся теперь къ разсмотрѣнію случая, когда твердое тѣло должно быть обращено въ жидкое, или жидкое въ газъ; здѣсь требуется гораздо большее количество теплоты или отталкивательной силы, по причинѣ сцѣпленія частицъ, которыя она должна разобщить. Для разъединенія частицъ твердаго тѣла, жидкое, болѣе теплое тѣло должно уступить ему то самое количество теплоты, которое потребно для удержанія въ жидкомъ состояніи равнаго количества его самаго; это въ сущности тоже самое, что происходитъ въ случаѣ теплаго и холоднаго пузыря; часть отталкивательной силы нагрѣтыхъ частицъ передается холоднымъ частицамъ, и, въ свою очередь, раздѣляетъ ихъ; но противудѣйствующая сила сцѣпленія, которую должно преодолѣть въ этомъ случаѣ, будучи гораздо значительнѣе, требуетъ или поглощаетъ соотвѣтственно большее количество отталкивательной силы или теплоты для механическаго преодолѣнія сцѣпленія, и вотъ почему эта часть отталкивательной силы или теплоты не дѣйствуетъ на тѣло, подобное обыкновенному термометру, расширяющаяся жидкость котораго не подвергается измѣненію своего состоянія. Такъ, въ вышеприведенномъ примѣрѣ смѣшенія холодной воды съ теплою, теплая и холодная вода, и ртуть термометра, всѣ находились до приведенія въ соприкосновеніе въ жидкомъ состояніи и остаются такими же послѣ прикосновенія, и въ этомъ случаѣ температура послѣ смѣшенія есть средняя изъ температуръ холодной и теплой воды: теплая вода сжимается на нѣкоторую величину, холодная расширяется на столько же, а термометръ или повышается, или понижается на одно и тоже число градусовъ, смотря потому, былъ ли онъ погруженъ сперва въ теплую или холодную жидкость, ибо ртуть его или теряетъ, или пріобрѣтаетъ соотвѣтствующее количество отталкива-

тельной силы. Во второмъ же примѣрѣ, т.е. при смѣшеніи льда съ теплой водой, вещество, служащее намъ указателемъ, т. е. ртуть въ термометрѣ, не испытываетъ той физической перемѣны, которую претерпѣваютъ тѣла, объемныя отношенія которыхъ мы разсматриваемъ. Сила—разсматривая теплоту просто какъ механическую силу, — которая употребляется для разобщенія или отрыванія одной отъ другой частицъ льда, отвлекается отъ жидкой воды и отъ жидкой ртути термометра; и соотвѣтственно тому, на сколько болѣе сопротивленіе встрѣчаемое этой силой при отдѣленіи частицъ твердаго тѣла, нежели частицъ жидкаго, на столько и тѣла, выдѣляющія эту силу, подвергаются большому сжатію.

Если мы сравнимъ дѣйствіе теплоты только на два тѣла, воду и ртуть, не принимая во вниманіе льда, то будемъ въ состояніи примѣнить тотъ же самый взглядъ; такимъ образомъ, если мы станемъ нагрѣвать воду, въ которую погруженъ ртутный термомертъ, то какъ ртуть, такъ и вода будутъ постепенно расширяться, но въ различнойстепени; при извѣстной точкѣ притягательная сила частицъ воды на столько ослабѣваетъ, что вода обращается въ паръ. Начиная съ этой точки, теплота или сила, встрѣчая со стороны притяженія существующаго между частицами пара, гораздо меньше сопротивленія нежели отъ притяженія между частицами ртути, обращается на расширеніе паровъ; ртуть перестаетъ расширяться или расширяется безконечно мало, а паръ расширяется въ значительной степени. Когда же расширеніе пара дойдетъ до такой степени, при которой давленіе окружающей среды представляетъ дальнѣйшему расширенію пара сопротивленіе, равное сопротивленію, какое оказывали расширенію частицы ртути въ термометрѣ, то послѣдняя снова начинаетъ расширяться и подниматься и такимъ образомъ оба будутъ расширяться въ обрат-

номъ отношеніи притягательныхъ силъ между ихъ частицами. Если внѣшнее давленіе на воду будетъ увеличено заключеніемъ, напримѣръ, воды при началѣ опыта внутри тѣла, менѣе расширяющагося, какова напримѣръ, металлическая камера, тогда принагрѣваніи подниманіе ртути въ термометрѣ не прекратится; и если опытъ будетъ продолжаться такимъ образомъ, что вода будетъ стѣснена въ замкнутомъ пространствѣ, а ртуть останется свободною, и если мы будемъ нагрѣвать ихъ до тѣхъ поръ, пока не достигнемъ отталкивательной силы, способной превзойти силу сцѣпленія ртути, такъ что послѣдняя обратится въ паръ, то мы получимъ обратное дѣйствіе: сила теплоты обратится на ртуть, которая, подобно водѣ въ первомъ случаѣ, безгранично расширяется, между тѣмъ какъ вода не измѣняетъ своего объема.

Другой, весьма обыкновенный способъ разсмотрѣнія предмета можетъ на первый взглядъ представить нѣкоторыя затрудненія, но небольшое разсужденіе покажетъ, что онъ объясняется посредствомъ тѣхъ же началъ. Если измѣрить термометромъ температуру воды, въ которой плаваетъ ледъ, то оказывается, что ея температура одинакова съ температурой льда, т. е. какъ вода такъ и ледъ сжимаютъ ртуть термометра до точки, условно обозначенной 32°-Ф. или 0°-Р. Можно спросить, какъ согласить это съ динамическимъ ученіемъ, такъ какъ по этому ученію твердое тѣло должно брать у ртути термометра больше отталкивательной силы, нежели жидкость; и слѣдовательно, ледъ долженъ и былъ бы сжимать ртуть больше нежели вода? Я отвѣчу на это, что въ возраженіи, такимъ образомъ поставленномъ, не приняты въ разсчетъ количества воды, льда и ртути и тѣмъ самымъ оставленъ безъ вниманія необходимый динамическій элементъ; если принять въ соображеніе

количества тѣлъ, то возраженіе не будетъ имѣть мѣста. Положимъ, напримѣръ, что въ термометрѣ содержится 13,5 унцій ртути, и что онъ показываетъ 100° Ф.; если привести его въ соприкосновеніе съ неопредѣленнымъ количествомъ льда при 32° (0°. Р.), то ртуть опустится до 32° (0° Р.). Если тотъ же термометръ погрузить въ неопредѣленное количество воды при 32° Ф., то ртуть опять понизится до 32°, хотя это не абсолютно вѣрно, потому что какъ бы велико ни было количество воды или льда, температура ихъ нѣсколько возвысится отъ прикосновенія съ болѣе теплой ртутью. Это возвышеніе температуры выше 32° Ф. или 0° Р., будетъ тѣмъ меньше, чѣмъ количество льда или воды будетъ больше относительно количества ртути; а какъ мы не знаемъ промежуточнаго состоянія между льдомъ и водой, то прикосновеніе термометра, температура котораго выше точки замерзанія, съ какимъ бы то ни было количествомъ льда, находящимся при точкѣ замерзанія, должно, говоря *теоретически*, превратить, по истеченіи достаточнаго времени, весь ледъ въ жидкость, потому что температура каждой части этаго льда, возвысится со временемъ отъ прикосновенія съ болѣе теплой ртутью, а такъ какъ всякое возвышеніе температуры выше точки замерзанія заставляетъ ледъ перейти въ жидкое состояніе, то каждая часть его станетъ жидкою. Между тѣмъ, говоря *практически*, въ обоихъ случаяхъ, какъ при льдѣ, такъ и при водѣ, если количество этихъ тѣлъ неопредѣленно велико, термометръ упадаетъ до 32° Ф.

Помѣстите теперь тотъ же самый термометръ, стоящій на 100° Ф., послѣдовательно въ 1 унцію воды при 32 град. и въ 1 унцію льда при 32°, вы найдете, что въ первомъ случаѣ онъ понизится только до 54°, тогда какъ во второмъ опустится

до 32°; приложите къ этому опыту ученіе объ отталкивательной силѣ, и вы получите удовлетворительное объясненіе.

Въ первомъ опытѣ количества, какъ воды такъ и льда, будучи безконечно велики сравнительно съ ртутью, приводятъ ее оба къ своей собственной температурѣ, т. е. къ 32°, а ледъ не можетъ заставить ртуть опуститься ниже 32°, потому что вновь образовавшаяся вода отдала бы въ такомъ случаѣ ртути нѣкоторое количество отталкивательной силы, причемъ сама опять превратилась бы въ ледъ; во второмъ же опытѣ, когда количество воды и льда ограничены, ртуть теряетъ больше отталкивательной силы отъ соприкосновенія со льдомъ, чѣмъ отъ соприкосновенія съ водою, и замѣчанія сдѣланныя относительно перваго случая находятъ примѣненіе.

Предыдущее ученіе прекрасно подтверждается опытомъ Тилорье, при которомъ углекислота превращается въ твердое тѣло. Углекислый газъ заключенный въ весьма прочномъ сосудѣ подъ высокимъ давленіемъ выпускается чрезъ маленькое отверстіе; внезапное расширеніе газа требуетъ такого большаго расхода силы, что доставляя эту силу вырывающемуся изъ отверстія газу нѣкоторыя другія части газа, остающіяся въ сосудѣ, сжимаются до такой степени, что переходятъ въ твердое состояніе; такимъ образомъ, въ одномъ и томъ же веществѣ происходитъ взаимное расширеніе и сокращеніе; ибо время слишкомъ коротко для того, чтобы все вещество могло принять однообразную температуру или, другими словами, одинакое количество расширенія.

Въ видѣ возраженія противъ теоріи, разсматривающей теплоту какъ движеніе, указывали на то, что она приводитъ къ противорѣчіямъ, что эта теорія съ одной стороны говоритъ: „теплота при движеніи поглощается“, или „холодъ производится

посредствомъ движенія“, и въ тоже время утверждаетъ, что „и теплота производится посредствомъ движенія“, и всѣ эти выраженія она считаетъ одинаково правильными. Но это затрудненіе перестаетъ существовать, когда умъ привыкаетъ видѣть въ теплотѣ и холодѣ самое движеніе, т. е. соотвѣтственныя расширенія и сжатія, изъ которыхъ каждое уясняется посредствомъ сравненія съ другимъ и совершенно непонятно, если брать его отдѣльно.

Напримѣръ, если поршень воздушнаго насоса будетъ опускаться посредствомъ дѣйствія груза, то въ колоколѣ насоса будетъ произведенъ холодъ. Здѣсь можно сказать, что механическая сила и проистекающее отъ нея движеніе производитъ холодъ; но за то теплота производится на противуположной сторонѣ поршня, если къ ней приспособленъ другой колоколъ, который удерживаетъ сжатый воздухъ. Принимая, что онѣ равносильны одна другой, силу падающаго груза можно выразить теплотой, возбужденной треніемъ поршня о стѣны трубки, и упругостью или противодѣйствіемъ сжатаго воздуха расширенному. Если теплоту, происшедшую отъ сжатія, заставили бы еще произвести механическую работу, то соотвѣтственное количество ея было бы израсходовано на работу и она не могла бы возстановить температуры расширеннаго воздуха; но если теплота не производитъ никакой работы, то ее ни сколько и не теряется. Джуль на опытѣ доказалъ это положеніе.

Приступая къ разсмотрѣнію теплоты, я просилъ моихъ читателей не принимать въ соображеніе ощущеній, возбуждаемыхъ въ нашемъ тѣлѣ. Я сдѣлалъ это потому, что эти ощущенія легко могутъ обмануть и обманули многихъ относительно сущности теплоты. Ощущенія эти происходятъ вслѣдствіе рас-

ширеній подобныхъ тѣмъ, которыя мы разсматривали; жидкости нашего тѣла расширяются вслѣдствіе теплоты, т. е. онѣ становятся менѣе вязкими, а чрезъ это теченіе ихъ облегчается, что доставляетъ намъ ощущеніе пріятной теплоты. При болѣе значительной теплотѣ, расширеніе жидкостей, становясь слишкомъ большимъ, производитъ ощущеніе боли, а если теплота будетъ доведена до крайности, какъ въ случаѣ жара производящаго обжогъ, то жидкости нашего тѣла обращаются въ пары, и происходитъ поврежденіе или разрушеніе органическихъ тканей. Подобное, хотя и противоположное дѣйствіе можетъ быть произведено сильнымъ холодомъ; прикладываніе замороженной ртути къ тѣлу животнаго производитъ обжогъ, подобный обжогу, причиненному большимъ жаромъ и сопровождаемый подобнымъ же ощущеніемъ.

Нѣтъ сомнѣнія, что къ означеннымъ дѣйствіямъ присоединяются и другія для произведенія ощущенія теплоты или холода; но я полагаю, что они не могутъ имѣть вліянія на наши выводы о природѣ теплоты. Легко видѣть, что дѣйствія ея останутся неизмѣнными; мы всетаки найдемъ, что теплота есть расширеніе, а холодъ сжиманіе; и эти расширеніе и сокращеніе будутъ соотвѣтствовать другъ другу, какъ мы видѣли въ случаѣ двухъ пузырей, наполненныхъ воздухомъ, т. е. мы не можемъ расширить какое нибудь тѣло А, безъ того чтобы не произошло сжатіе другаго тѣла В, или сжать А, не расширяя В, предполагая, что мы разсматриваемъ тѣла эти относительно одной только теплоты и предполагаемъ, что никакая другая сила не дѣйствуетъ.

Я упомянулъ о томъ, что есть нѣсколько исключеній изъ общаго правила, что теплота всегда проявляется расширеніемъ матеріи. Одинъ разрядъ этихъ исключеній только кажущійся:

сырая глина, животныя или растительныя волокна, и другія неоднородныя вещества, составленныя изъ различныхъ тѣлъ, изъ которыхъ нѣкоторыя болѣе, а другія менѣе летучи, т. е. расширяемы, сжимаются отъ нагрѣванія. Это происходитъ отъ того, что наиболѣе летучія части этихъ тѣлъ разсѣеваются въ видѣ пара или газа, и промежутки менѣе летучихъ частей, опустѣвъ такимъ образомъ, сокращаются вслѣдствіе силы притяженія, такъ что на первый взглядъ можетъ показаться, что тѣла эти сжимаются отъ дѣйствія теплоты. Пирометръ Веджвуда объясняется на этомъ основаніи.

Второй разрядъ исключеній, хотя и гораздо менѣе обширный, не такъ легко объяснимъ. Вода, расплавленный висмутъ и вѣроятно нѣкоторыя другія вещества (хотя относительно, ихъ фактъ еще не вполнѣ выясненъ) расширяются, приближаясь къ точкѣ своего замерзанія или перехода въ твердое состояніе. Самое правдоподобное объясненіе этихъ исключеній состоитъ въ томъ, что при точкѣ наибольшей плотности, частицы этихъ тѣлъ начинаютъ переходить въ полярное или кристаллическое состояніе; что между частицами, такимъ образомъ расположенными по линейнымъ направленіямъ, остаются промежутки, въ которыхъ заключается матерія меньшей плотности, такъ что удѣльный вѣсъ цѣлой массы уменьшается.

Новѣйшіе опыты д-ра Тиндаля надъ физическими свойствами льда говорятъ въ пользу этого взгляда. Когда солнечный лучъ, сосредоточенный посредствомъ выпуклаго стекла, наведенъ на кусокъ повидимому однороднаго льда, то путь проходимый лучемъ во льду немедленно усыпается многочисленными свѣтовыми пятнами, похожими на мелкіе пузырьки воздуха, и плоскости замерзанія воды обнаруживаются этими пузырьками, а также маленькими трещинами.

Звѣзды или фигуры въ видѣ цвѣтовъ о шести лепесткахъ появляются параллельно плоскостямъ замерзанія, и кажутся исходящими отъ центральнаго пузырька. Эти фигуры образуются изъ воды. Когда льду даютъ растаять въ теплой водѣ, то изъ этихъ пузырьковъ не выдѣляется воздуха, такъ что они представляются какъ бы пустыми; однако возможно, что чрезвычайно малыя частицы воздуха, достаточныя для образованія центровъ для точекъ таянія, растворяются водой, какъ скоро они приходятъ въ прикосновеніе съ ней. Какъ бы то ни было, образованіе такихъ точекъ во всей массѣ льда, тамъ, гдѣ онъ проникается теплотой солнечнаго луча, если не доказываетъ существованія во льду дѣйствительно пустыхъ или наполненныхъ воздухомъ пространствъ, то доказываетъ, что ледъ неоднороденъ, что онъ имѣетъ, вѣроятно, опредѣленное кристаллическое строеніе и что составляющее его вещество имѣетъ въ разныхъ мѣстахъ различную групировку частицъ; такъ что среднiй удѣльный вѣсъ его легко можетъ быть меньше, нежели удѣльный вѣсъ воды.

Мы не можемъ постигнуть окончательнаго строенія матеріи, но въ дополненіе къ тому факту, что обладающія такой особенностью тѣла, представляютъ при переходѣ въ твердое состояніе весьма замѣтный кристаллическій характеръ, можно упомянуть объ опытахъ, которые показываютъ, что вода между точками наибольшей плотности и перехода въ жидкое состояніе обладаетъ свойствомъ круговой поляризаціи свѣта, откуда слѣдуетъ, предполагая, что опыты эти произведены правильно, что частичное строеніе воды измѣняется и становится подобнымъ тому, которымъ обладаютъ нѣкоторые кристаллическія твердыя тѣла, и сама вода, когда вліяніемъ магнетизма ее заставляютъ принять полярное состояніе.

Но вѣрность этихъ выводовъ была однако подвержена сомнѣнію и опыты не удались, когда были повторены вполнѣ привычными руками. Справедливо ли это или нѣтъ, можно ли принять представленное объясненіе уклоненія отъ закона расширенія тѣлъ дѣйствіемъ теплоты—рѣшеніе этихъ вопросовъ должно быть предоставлено сужденію каждаго, кто размышлялъ объ этомъ предметѣ; во всякомъ случаѣ, ни одна изъ предложенныхъ до сихъ поръ теорій теплоты не отстраняетъ этого затрудненія; оно слѣдовательно, идетъ на перекоръ всякому другому взгляду на явленія теплоты, также точно какъ и взгляду здѣсь разсмотрѣнному и принимающему теплоту за сообщимую расширительную силу.

Такъ какъ нѣкоторыя тѣла расширяются при замерзаніи, а иногда и прежде, чѣмъ достигаютъ температуры, при которой обращаются въ твердое состояніе, то возникаетъ кажущаяся аномалія, состоящая въ томъ, что движеніе или механическая сила, порожденная теплотою или перемѣною въ температурѣ, получаетъ противуположное направленіе при переходѣ тѣлъ изъ твердаго состоянія въ жидкое. Такъ, кусокъ льда при температурѣ 0° Ф. расширяется отъ теплоты и своимъ расширеніемъ производитъ механическую силу, пока не достигнетъ 32°; затѣмъ при увеличеніи теплоты онъ сжимается, и если предыдущее расширеніе подняло поршень вверхъ, то послѣдующее сжатіе подвинетъ поршень обратно до извѣстной степени, т. е. опуститъ его внизъ, что представляется кажущимся отрицаемъ силы теплоты.

Точно такъ же вода при температурѣ выше 40° Ф. т. е. выше точки наибольшей плотности, при постепенномъ охлажденіи сжимается до извѣстнаго предѣла, а затѣмъ расширяется или производитъ механическую силу въ противоположномъ

направленіи. Итакъ, вода, замерзая, отдѣляетъ не только теплоту, которую всякое охлаждающееся тѣло передаетъ окружающимъ предметамъ, но и силу, происходящую отъ расширенія въ самой водѣ, такъ что здѣсь сила какъ будто пораждается сама собою. Но если постепенно охлаждать воду, заключенную въ ограниченномъ пространствѣ, то расширеніе при замерзаніи произведетъ между ея частицами давленіе противодѣйствующее силѣ расширенія, а слѣдовательно препятствующее переходу воды въ твердое состояніе; другими словами, давленіе будетъ способствовать водѣ оставаться въ жидкомъ состояніи и, противоположно обыкновенному дѣйствію давленія, произведетъ холодъ вмѣсто тепла и нейтрализируетъ часть теплоты, отдѣляемой охлаждающимся тѣломъ. Изъ этого мы видимъ, что для замерзанія воды, подверженной давленію нужна болѣе низкая температура, чѣмъ для замерзанія воды свободной отъ давленія, т. е. для тѣлъ, расширяющихся при переходѣ изъ жидкаго состоянія въ твердое, точка замерзанія тѣмъ ниже чѣмъ больше давленіе на эти тѣла. Это явленіе въ первой разъ было предсказано И. Томсономъ и подтверждено на опытѣ В. Томсономъ, между тѣмъ какъ Бунзенъ указалъ на противоположное явленіе для тѣлъ, сжимающихся при замерзаніи. Здѣсь давленіе содѣйствуетъ охлажденію, такъ какъ оба они стремятся сблизить частицы, а потому температура, при которой подобныя тѣла переходятъ въ твердое состояніе, тѣмъ выше чѣмъ давленіе больше, такъ что подобное тѣло, находящееся при обыкновенномъ давленіи воздуха близко къ точкѣ замерзанія, можетъ быть обращено въ твердое состояніе однимъ давленіемъ, безъ измѣненія температуры.

Подобное же исключеніе изъ общаго дѣйствія теплоты представляетъ вулканизированный каучукъ. Это было замѣчено Гау,

а Брокедонъ много лѣтъ тому назадъ показалъ мнѣ, что каучукъ нагрѣвается при растягиваніи и охлаждается при сжиманіи.

Джуль нашелъ, что относительный вѣсъ растянутаго каучука меньше сжатаго, и что растянутый каучукъ при нагрѣваніи укорачивается, представляя такой же рядъ обратныхъ отношеній, какъ и вода, близкая къ точкѣ замерзанія.

За исключеніемъ этого класса явленій, представляющихъ затрудненія для всѣхъ до сихъ поръ предложенныхъ теорій, общія явленія теплоты, мнѣ кажется, могутъ быть объяснены съ чисто динамической точки зрѣнія и притомъ болѣе удовлетворительно, чѣмъ при помощи гипотезы скрытой матеріи. Однако многія явленія теплоты облечены большою таинственностью, въ особенности явленія, относящіяся къ удѣльному теплороду, т. е. тому относительному количеству теплоты, которое потребно для переведенія одинаковыхъ по вѣсу количествъ различныхъ тѣлъ изъ одной данной температуры въ другую—количеству, повидимому находящемуся въ какой-то необъяснимой зависимости отъ молекулярнаго строенія различныхъ тѣлъ.

Принятый мною взглядъ на теплоту, какъ на молекулярную силу, которая можетъ быть сообщаема отъ одного тѣла другому, подтверждается многими явленіями, извѣстными подъ названіемъ удѣльнаго или относительнаго теплорода, напр. тѣмъ, что при увеличиваніи температуры тѣлъ, увеличивается ихъ удѣльная теплота. Коефиціентъ возрастанія удѣльной теплоты больше для твердыхъ тѣлъ, чѣмъ для жидкихъ, хотя эти послѣднія расширяются легче; это явленіе вѣроятно зависитъ отъ постепеннаго плавленія твердыхъ тѣлъ. Далѣе, удѣльная теплота особенно сильно возрастаетъ для тѣхъ металловъ, которыхъ коефиціентъ расширенія быстро возрастаетъ при нагрѣваніи, и ихъ удѣльная теплота уменьшается сжатіемъ,

которое сближая ихъ частицы дѣлаетъ ихъ относительно плотнѣе. Однако, если мы станемъ разсматривать вещества, очень различныя по своимъ физическимъ свойствамъ, то найдемъ, что ихъ удѣльная теплота не находится ни въ какомъ отношенiи къ ихъ плотности или коефицiенту расширенiя; различiя въ ихъ удѣльной теплотѣ должны зависѣть отъ ихъ внутренняго молекулярнаго строенiя, но эта зависимость, на сколько мнѣ извѣстно, не уясняется ни одною изъ предложенныхъ до сихъ поръ теорiй.

Въ большей части, а можетъ быть и во всѣхъ, твердыхъ и жидкихъ тѣлахъ расширенiе отъ теплоты относительно увеличивается вмѣстѣ съ возрастанiемъ температуры, т. е. изъ двухъ равныхъ частей одного и того же вещества болѣе нагрѣтая часть сжимается нѣсколько больше, чѣмъ расширяется болѣе холодная часть; изъ этаго факта т. е. на основанiи того, что коефицiентъ расширенiя увеличивается съ температурою, и изъ нѣкоторыхъ другихъ соображенiй Д-ръ Вудъ заключилъ, повидимому очень рацiонально, что чѣмъ ближе находятся частицы тѣла одна къ другой, тѣмъ менѣе перемѣщенiя требуютъ онѣ для того, чтобы произвесть извѣстное расширенiе или сжатiе въ частицахъ другаго тѣла. Его образъ мысли, если только я вѣрно понимаю его, можетъ быть изложенъвкратцѣ такъ:—

Такъ какъ тѣла сжимаются отъ холода, то въ данномъ тѣлѣ чѣмъ ниже его температура, тѣмъ ближе его частицы одна къ другой; и такъ какъ коефицiентъ расширенiя увеличивается вмѣстѣ съ температурою, то чѣмъ ниже температура вещества, тѣмъ менѣе должны частицы двигаться, приближаться или удаляться одна отъ другой, чтобы уравновѣсить относительное отдаленiе или сближенiе частицъ въ болѣе нагрѣтой части того же вещества, т. е. части, въ которой частицы болѣе удалены одна отъ другой. Такъ какъ степень сближе-

нія или отдаленія частицъ какого нибудь тѣла, или, другими словами, измѣненіе его объема при извѣстной перемѣнѣ температуры, служитъ для даннаго вещества указателемъ относительнаго разстоянія частицъ, то не можетъ-ли оно служить подобнымъ указателемъ и для всѣхъ тѣлъ? Это положеніе очень остроумно доказывается Д-Вудомъ, но его разсужденія основаны на нѣкоторыхъ гипотезахъ относительно величины и разстоянія атомовъ, которыя должны быть допущены какъ не требующія доказательствъ тѣми, кто принимаетъ его выводы. Д-ръ Вудъ старается, помощью этой теоріи, объяснить теплоту, происходящую при химическихъ соединеніяхъ, и я приведу вкратцѣ его разсужденія, когда дойду до этого предмета.

Хотя сравнительныя дѣйствія удѣльной теплоты не могутъ быть удовлетворительно объяснены ни одною изъ извѣстныхъ теорій, тѣмъ не менѣе однако абсолютное дѣйствіе теплоты на каждое отдѣльное вещество есть просто расширеніе, но когда разсматриваются тѣла, различныя по своимъ физическимъ свойствамъ, то степень расширенія измѣняется, если ее измѣряютъ соотвѣтствующимъ сжатіемъ веществъ, производящихъ это расширеніе. Хотя я принужденъ, для ясности, говорить о теплотѣ какъ о сущности, говорить о ея проводимости, лучеиспусканіи и т. д., но всѣ эти выраженія нисколько не согласны съ динамическою теоріею, разсматривающею теплоту какъ движеніе: проводимость есть просто послѣдовательное расширеніе или движеніе частицъ проводящаго вещества; лучеиспусканіе есть волненіе или движеніе частицъ той среды, чрезъ которую, какъ говорятъ, передается теплота; и много въ пользу этой теоріи говоритъ то, что каждое измѣненіе въ физическихъ свойствахъ тѣла, и каждое измѣненіе въ строеніи и расположеніи частицъ одного и того же тѣла, сопровождается

измѣненіемъ въ термическихъ дѣйствіяхъ. Такъ, золото проводитъ теплоту или передаетъ движеніе, называемое теплотою, скорѣе чѣмъ мѣдь, мѣдь легче чѣмъ желѣзо, желѣзо легче чѣмъ свинецъ, а свинецъ легче чѣмъ фарфоръ.

Итакъ, если строеніе вещества не однородно, то тепло проводимость, завися отъ строенія, измѣняется въ различныхъ частяхъ вещества. Это отлично видно на тѣлахъ съ симметрическимъ строеніемъ, напр. на кристаллахъ. Сенармонъ показалъ, что кристаллы проводятъ теплоту различно по различнымъ направленіямъ относительно симметрической оси, но опредѣленно по опредѣленнымъ направленіямъ. Методъ его изслѣдованія слѣдующій: срѣзаютъ пластинку кристалла по направленію параллельному оси для одного ряда опытовъ и подъ прямымъ угломъ къ оси для другаго ряда опытовъ; чрезъ центръ пластинки проводятъ платиновую трубку, загнутую на одномъ концѣ такъ, чтобы лучистая теплота не достигала кристаллической пластинки, поверхности или основанія которой покрыты воскомъ. При нагрѣваніи платиновой трубки, направленіе по которому теплота проводится въ кристаллѣ, обнаруживается таяніемъ воска и получается кривая линія, раздѣляющая твердый воскъ отъ жидкаго. Для однородныхъ веществъ, напр. для стекла или цинка, эта кривая представляетъ кругъ; она образуетъ кругъ также на пластинкахъ известковаго шпата, отрѣзанныхъ перпендикулярно къ симметрической оси; но на пластинкахъ параллельныхъ этой оси, плоскость которыхъ перпендикулярна одной изъ граней первоначальнаго рамбоедра, кривыя линіи образуютъ отчетливые эллипсисы, болѣе длинная ось которыхъ лежитъ по направленію симметрической оси, обнаруживая тѣмъ самымъ, что эта ось есть направленіе наибольшей проводимости. Изъ этихъ опы-

товъ вывели, что въ средѣ, устроенной подобно кристалламъ ромбической системы, проводимость измѣняется такимъ образомъ, что, принявъ центръ теплоты и предположивъ, что среда распространяется до безконечности по всѣмъ направленіямъ, изотермическія поверхности представляютъ концентрическіе эллипсоиды вращенія около симметрической оси.

Кноблаухъ показалъ также, что лучистая теплота поглащается въ различной степени смотря по тому, параллельно или перпендикулярно ея направленіе къ оси кристалла.

Если мы возьмемъ вещество разнороднаго, но опредѣленнаго строенія, напр. дерево, то найдемъ, что теплота распространяется чрезъ него съ большею или меньшею скоростью, смотря по направленію ея относительно древесныхъ волоконъ. Такъ, Декандоль и Де ла Ривъ нашли, что направленіе параллельное волокнамъ болѣе благопріятствуетъ проводимости, чѣмъ косвенное направленіе, а Д. Тиндаль сверхъ того показалъ, что проводимость сильнѣе по направленію перпендикулярному къ волокнамъ и слоямъ дерева, чѣмъ по направленію перпендикулярному къ волокнамъ, но параллельному слоямъ, хотя въ обоихъ этихъ случаяхъ проводимость меньше чѣмъ по направленію волоконъ. Итакъ по всѣмъ тремъ направленіямъ, по которымъ мы можемъ разсматривать строеніе дерева мы имѣемъ три различныя степени проводимости тепла.

Изъ вышеприведенныхъ примѣровъ мы видимъ, что явленія теплоты зависятъ отъ частичнаго строенія вещества, и далѣе увидимъ, что тоже самое можно сказать и о всѣхъ такъ называемыхъ невѣсомыхъ дѣятеляхъ, и хотя эти факты не находятся въ абсолютномъ противорѣчіи съ теоріей, приписывающей ихъ невѣсомыхъ жидкостямъ или сущностямъ, но я полагаю, всякій найдетъ, что они гораздо лучше согласуются съ той теоріей, которая разсматри-

ваетъ ихъ какъ движеніе. Теплота не можетъ быть уединена: мы не имѣемъ средствъ отдѣлить ее отъ вещества и сохранять подъ видомъ теплоты; мы можемъ только перевести ее въ другое тѣло въ видѣ теплоты же или въ видѣ какой нибудь другой силы. Мы только знаемъ нѣкоторыя измѣненія матеріи, обозначаемыя общимъ названіемъ теплоты; теплота же, какъ вещь—неизвѣстна.

Такъ какъ было доказано, что теплота есть сила, способная производить *движеніе,* которое, въ свою очередь, можетъ производить другіе виды силъ, то необходимо слѣдуетъ, что и теплота способна посредственно производить ихъ. Я ограничусь изслѣдованіемъ на сколько теплота способна производить другіе виды силы непосредственно. Она непосредственно производитъ *электричество*, какъ показываютъ прекрасные опыты Зейбека, одинъ изъ которыхъ я уже привелъ. Эти опыты доказали, что когда разнородные металлы приводятся въ прикосновеніе или спаиваются и затѣмъ нагрѣваются въ точкѣ соединенія, тогда чрезъ нихъ проходитъ электрическій токъ, имѣющій опредѣленное направленіе, зависящее отъ свойствъ употребленныхъ металловъ; этотъ токъ существуетъ до тѣхъ поръ, пока продолжается постепенное повышеніе температуры; онъ прекращается, когда температура становится постоянною и идетъ по противоположному направленію, когда температура начинаетъ уменьшаться.

Другой родъ явленій, обыкновенно приписываемыхъ дѣйствіямъ лучистой теплоты и на этомъ основаніи названныхъ термографическими, можетъ также, въ свою очередь, обнаружить электрическія дѣйствія, и именно дѣйствія франклиноваго или статическаго электричества, подобно тому, какъ въ

опытахъ Зейбека обнаруживались дѣйствія вольтова или динамическаго электричества.

Если полированные кружки изъ различныхъ металловъ, напримѣръ изъ цинка и мѣди, держать нѣкоторое время какъ можно ближе одинъ надъ другимъ такъ, чтобы они почти касались другъ друга, то неровности, находящіяся на одномъ кружкѣ, очертятся на поверхности другаго кружка и обратно. Много теорій было предложено для объясненія этого явленія, но происходитъ ли оно отъ лучеиспусканія теплоты или нѣтъ, оно несомнѣнно находится въ зависимости отъ относительной температуры кружковъ, ихъ теплоемкости, проводимости и ихъ способности къ лучеиспусканію теплоты.

Если эти тѣсно сближенные кружки привести въ сообщеніе съ чувствительнымъ электроскопомъ и затѣмъ внезапно раздвинуть ихъ, то электроскопъ даетъ отклоненіе, показывая, что взаимное тепловое лучеиспусканіе поверхностей произвело электрическую силу. Я привожу этотъ опытъ, принимая теплоту за первоначальную силу, потому что въ настоящее время всѣ вѣроятности склоняются въ пользу происхожденія этого явленія отъ теплороднаго лучеиспусканія. Впрочемъ происхожденіе этихъ такъ называемыхъ термографическихъ дѣйствій есть вопросъ возбуждающій сомнѣнія и требующій дальнѣйшихъ опытовъ для разъясненія. Когда я впервые напечаталъ изслѣдованіе, доказывающее развитіе электрическихъ дѣйствій отъ простаго сближенія металлическихъ кружковъ, я высказалъ ту мысль, что разсматриваю измѣненіе поверхностей на сближенныхъ, а тѣмъ болѣе соприкасающихся металлахъ, какъ фактъ, который объяснитъ развитіе электричества въ опытѣ соприкосновенія, произведенномъ первоначально Вольтою, помимо *теоріи соприкосновенія*, т. е. теоріи, полагающей, что сила

можетъ быть произведена простымъ соприкосновенiемъ разнородныхъ металловъ, безъ всякаго частичнаго или химическаго измѣненiя. Я еще не встрѣчалъ ничего, что заставило бы меня измѣнить свой взглядъ. Г. Гассьо повторилъ и повѣрилъ мой опытъ помощью болѣе чувствительнаго прибора и съ большими предосторожностями. Не принимая даже лучистую теплоту за первоначальную силу въ этомъ случаѣ, мы имѣемъ въ измѣненiи поверхностей сближенныхъ тѣлъ доказательство того, что здѣсь совершается какое то частичное измѣненiе, что этимъ сближенiемъ разнородныхъ тѣлъ возбуждается извѣстная сила, производящая измѣненiя въ матерiи и слѣдовательно не есть сила безъ частичнаго измѣненiя, какою считается она по теорiи соприкосновенiя. Сила въ этомъ случаѣ, какъ и во всѣхъ другихъ случаяхъ, не творится изъ ничего, а развивается дѣйствiемъ матерiи на матерiю, и не уничтожается, потому что нашъ примѣръ показываетъ, что она можетъ превратится въ другой видъ силы.

Сказать, что теплота производитъ свѣтъ, значитъ утверждать фактъ, повидимому извѣстный каждому; но есть причина сомнѣваться въ вѣрности выраженiя „производитъ свѣтъ“ въ этомъ частномъ приложенiи; отношенiе между теплотой и свѣтомъ не походитъ на соотношенiе между этими и остальными четырьмя состоянiями матерiи. Теплота и свѣтъ кажутся скорѣе видоизмѣненiями одной и той же силы, чѣмъ различными силами, находящимися во взаимной зависимости. Образъ дѣйствiя лучистой теплоты и дѣйствiя свѣта до такой степени схожи, такъ какъ оба подвержены однимъ и тѣмъ же законамъ отраженiя, преломленiя, двойнаго преломленiя и поляризацiи; что ихъ различiе кажется намъ заключающимся въ ихъ дѣйствiи на наши чувства, а не въ умственныхъ представленiяхъ объ нихъ.

Опыты Меллони, много способствовавшіе уясненію этой тѣсной аналогіи между теплотой и свѣтомъ, представляютъ прекрасный примѣръ той помощи, которую оказываютъ успѣхи одной отрасли физической науки успѣхамъ другой отрасли. Открытія Эрстеда и Зейбека привели къ устройству прибора для измѣренія температуры, несравненно чувствительнѣе чѣмъ всѣ до того времени извѣстные инструменты. Для отличія этого прибора отъ обыкновеннаго термометра, его назвали *термо-мультипликаторомъ*. Онъ состоитъ изъ ряда маленькихъ пластинокъ висмута и сурьмы, послѣдовательно расположенныхъ въ параллельныя пары, совокупность которыхъ имѣетъ форму цилиндра или призмы, въ основаніи которыхъ находятся всѣ спаянныя мѣста соединенія; оба конца этого ряда соединены съ гальванометромъ т. е. съ проволокой, намотанной на рамку, внутри которой свободно виситъ магнитная стрѣлка, направленіе которой параллельно оборотамъ проволоки. При паденіи лучистой теплоты на спаянные концы мультипликатора, въ каждой парѣ возбуждается термо-электрическій токъ, и такъ какъ всѣ эти токи стремятся обращаться по одному и тому же направленію, то напряженіе общаго тока увеличивается содѣйствіемъ частныхъ силъ; этотъ токъ, проходя по спирали гальванометра, отклоняетъ стрѣлку дѣйствіемъ касательной электро-магнитной силы, и степень этого отклоненія служитъ мѣриломъ температуры.

Тѣла, испытуемыя этимъ приборомъ, представляютъ замѣчательную разницу между ихъ теплопрозрачностью, т. е. способностью пропускать теплоту, и ихъ свѣтовою прозрачностью: такъ, совершенно прозрачные квасцы задерживаютъ больше теплоты, чѣмъ окрашенный непрозрачный кварцъ. Меллони нашелъ, что квасцы, соединенные съ зеленымъ стекломъ про-

пускаютъ лучъ блестящаго свѣта, между тѣмъ какъ самый чувствительный термоскопъ не показалъ ему и слѣдовъ пропущенной теплоты; съ другой стороны, каменная соль, самое теплопрозрачное изъ всѣхъ извѣстныхъ тѣлъ, если даже покрыть ее сажей такъ, чтобы она была совершенно непрозрачна для свѣта, то она все таки удерживаетъ способность пропускать значительное количество теплоты. Лучи теплоты, проходя сквозь призму изъ каменной соли, подобно свѣтовымъ лучамъ, преломляются не одинаково; разсѣянные въ такъ называемый термическій спектръ, они обнаруживаютъ свойства, одинаковыя со свойствами первоначальныхъ или цвѣтныхъ лучей свѣта. Такимъ образомъ каменная соль въ отношеніи къ теплотѣ тоже самое, что безцвѣтное стекло въ отношеніи къ свѣту: она пропускаетъ теплоту во всѣхъ степеняхъ преломляемости; квасцы относятся къ теплотѣ, какъ красное стекло къ свѣту — они пропускаютъ лучи менѣе преломляемые; каменная соль, покрытая сажей, соотвѣтствуетъ голубому стеклу, пропуская лучи болѣе преломляемые и задерживая лучи менѣе преломляемые.

Далѣе нѣкоторыя тѣла отражаютъ теплоту различной преломляемости, — такъ, нѣкоторыя совершенно бѣлыя тѣла, бумага, снѣгъ, известь, отражающія свѣтъ всѣхъ степеней преломляемости, отражаютъ теплоту только нѣкоторыхъ степеней преломляемости; тогда какъ металлы, тѣла цвѣтныя, т. е. отражающія свѣтъ только извѣстныхъ степеней преломляемости, отражаютъ теплоту всякой преломляемости. Лучи теплоты падая на вещества, производящія двойное преломленіе свѣта, также преломляются вдвойнѣ, и по выходѣ поляризуются въ плоскостяхъ, составляющихъ между собою прямой уголъ, какъ это бываетъ и при поляризаціи свѣта.

Отношеніе между лучеиспусканіемъ и поглощеніемъ суще-

ствуетъ какъ для свѣта, такъ и для теплоты; относительно послѣдней давно было извѣстно, что способность различныхъ веществъ испускать лучи теплоты прямо пропорціональна ихъ способности поглощать и обратно пропорціональна способности отражать лучи, или лучше, сумма теплоты лучеиспускаемой и отраженной есть количество постоянное. Итакъ, какъ показалъ Бельфуръ Стюартъ, поглощеніе теплоты находится въ одномъ и томъ же отношеніи къ лучеиспусканію, какъ по качеству, такъ и по количеству.

Свѣтъ обнаруживаетъ подобныя же отношенія. Цвѣтное стекло, нагрѣтое до свѣченія, испускаетъ такой же свѣтъ, какой оно поглощаетъ при обыкновенной температурѣ: такъ, красное стекло даетъ или лучеиспускаетъ зеленый свѣтъ.

Пламя веществъ, заключающихъ въ себѣ натрій, производитъ желтый свѣтъ, до такой степени чистый, что другіе цвѣта кажутся въ немъ черными, — явленіе доказываемое очень простымъ опытомъ: картину какихъ нибудь яркихъ цвѣтовъ (только не желтаго) подносятъ къ пламени виннаго спирта, къ которому подмѣшана обыкновенная соль; картина теряетъ свои цвѣта и кажется черною и бѣлою. Если мы станемъ разсматривать призматическій спектръ такого пламени, то найдемъ въ немъ двѣ яркія желтыя линіи, занимающія опредѣленное, постоянное мѣсто. Если взять источникъ свѣта, не обнаруживающій никакихъ линій въ своемъ спектрѣ и имѣющій температуру болѣе высокую, и пропустить его сквозь пламя натрія, то въ спектрѣ получатся двѣ не желтыя а темныя линіи, по своему положенію совершенно совпадающія съ желтыми линіями пламени натрія. Слѣдовательно здѣсь обнаруживается такое же отношеніе между поглощеніемъ и лучеспусканіемъ: вещество поглощаетъ тотъ свѣтъ, который оно испускаетъ,

когда само служитъ источникомъ свѣта. Тоже самое справедливо и для другихъ веществъ, спектры которыхъ обнаруживаютъ линіи опредѣленнаго свѣта и положенія. Солнечный призматическій спектръ пересѣкается большимъ числомъ темныхъ линій; и Киргофъ вывелъ, на основаніи соображеній, только что приведенныхъ мною вкратцѣ, что эти темныя линіи въ солнечномъ спектрѣ зависятъ отъ присутствія металловъ въ атмосферѣ, окружающей солнце; эти металлы поглощаютъ свѣтъ отъ центральнаго раскаленнаго ядра, причемъ каждый металлъ поглощаетъ тотъ свѣтъ, который обнаружился въ видѣ свѣтлой линіи или свѣтлыхъ линій въ его собственномъ спектрѣ.

Сравнивая положеніе свѣтлыхъ линій въ спектрѣ металловъ съ положеніемъ темныхъ линій въ солнечномъ спектрѣ, находятъ, что многіе изъ нихъ занимаютъ совершенно тождественныя мѣста. Отсюда выводятъ, и выводъ, кажется, основателенъ, что металлы, обнаруживающіе въ своихъ спектрахъ свѣтовыя линіи, по положенію тождественныя съ темными линіями солнечнаго спектра, существуютъ на солнцѣ и разсѣяны въ газообразномъ состояніи въ его атмосферѣ. Мнѣ кажется, нѣтъ необходимости принимать, что солнце есть твердая масса раскаленной матеріи; легко можетъ быть, что такъ называемая фотосфера или свѣтовая оболочка солнца окружена болѣе рѣдкой атмосферой, содержащей въ себѣ металлы въ газообразномъ состояніи, и тогда незачѣмъ принимать, что солнце непремѣнно находится въ раскаленномъ состояніи; на самомъ дѣлѣ, выступы и красный свѣтъ, замѣчаемые во время полнаго затмѣнія, отчасти указываютъ на существованіе атмосферы, внѣшней относительно фотосферы. Впрочемъ здѣсь не мѣсто входить въ подробности объ этомъ предметѣ; насъ за-

нимаетъ теперь аналогія теплоты со свѣтомъ, выясняющаяся этими открытіями. Киргофъ провелъ аналогію еще далѣе, показавъ, что турмалиновая пластинка поглощаетъ поляризованный лучъ, который при нагрѣваніи испускаетъ. Такимъ образомъ, явленія лучистой теплоты представляютъ повтореніе явленій свѣта, и та же самая теорія, которая всего удовлетворительнѣе уясняетъ явленія одного дѣятеля, необходимо прилагается и къ другому; и въ томъ и въ другомъ случаѣ частичное измѣненіе сопровождается измѣненіемъ въ обнаруживаемыхъ дѣйствіяхъ.

Въ нѣкоторыхъ случаяхъ, при измѣненіи вещества, подверженнаго дѣйствію теплоты, этотъ видъ силы кажется переходящимъ частію въ свѣтъ; такъ газъ можетъ быть нагрѣтъ до очень высокой температуры, вовсе не производя свѣта или производя его въ весьма малой степени, но введеніе твердаго вещества — напримѣръ металла платины въ этотъ нагрѣтый газъ немедленно возбуждаетъ свѣтъ. Дѣйствительно ли теплота, въ этомъ случаѣ, превращается въ свѣтъ, или она только сгущается и увеличивается въ напряженіи твердымъ веществомъ до того, что становится видимой — вопросъ, подверженный сомнѣнію. Фактъ разложенія воды твердымъ тѣломъ, раскаленнымъ въ гремучемъ газѣ, показываетъ повидимому, что напряженіе теплоты усиливается сосредоточеніемъ ея въ твердомъ веществѣ, потому что вода въ этомъ случаѣ разлагается тѣломъ, нагрѣтымъ чрезъ соединеніе элементовъ воды. Однако, очевидное дѣйствіе введенія несгараемаго твердаго тѣла въ нагрѣтый газъ есть превращеніе теплоты въ свѣтъ.

Есть еще другой путь для произведенія свѣтовыхъ дѣйствій посредствомъ теплоты, но, кажется, опыты этого рода еще не были произведены.

Если мы соберемъ въ фокусѣ большаго обоюдно-выпуклаго стекла слабый свѣтъ, то мы увеличимъ его напряженіе. Если мы теперь возьмемъ нагрѣтое тѣло, только что переставшее быть видимымъ для невооруженнаго глаза и посредствомъ обоюдно-выпуклаго стекла соберемъ различные лучи, переставшіе быть видимыми, то вѣроятно свѣтъ снова покажется въ фокусѣ стекла. Этотъ опытъ, по причинамъ, извѣстнымъ для знакомыхъ съ оптикой, затруднителенъ, и чтобы можно было вывести изъ него заключеніе, нужно произвести его въ большемъ видѣ большаго, съ весьма правильнымъ стекломъ діаметра и короткаго фокуса. Я получилъ приблизительный результатъ слѣдующимъ образомъ: въ темной комнатѣ, помощью вольтова столба была нагрѣта платиновая проволока ровно до точки видимаго каленія; я смотрѣлъ на нее съ небольшаго разстоянія однимъ глазомъ чрезъ бинокль съ широкимъ отверстіемъ, и другимъ невооруженнымъ глазомъ. Проволока была ясно видна для глаза смотрѣвшаго въ бинокль, и въ тоже время совершенно невидима для невооруженнаго глаза. Мнѣ могутъ замѣтить, и отчасти справедливо, что подобные опыты доказываютъ только всѣмъ извѣстный фактъ, т. е. что при увеличеніи напряженія теплоты происходитъ свѣтъ, но они гораздо рельефнѣе показываютъ это и потому лучше обнаруживаютъ отношенія между теплотой и свѣтомъ.

Что касается до *химическаго сродства* и *магнетизма*, то они могутъ быть произведены теплотой, можетъ быть, только однимъ способомъ, а именно, при посредствѣ электричества: термоэлектрическій токъ, происходящій, какъ было сказано выше, при нагрѣваніи разнородныхъ металловъ, имѣетъ способность отклонять магнитную стрѣлку, намагничивать желѣзо и обнаруживать другія магнитныя дѣйствія, а также образовывать и

разлагать химическія соединенія, и всѣ эти дѣйствія бывають пропорціональны напряженности теплоты. До сихъ поръ, однако, не удалось измѣрить количественнаго отношенія теплоты къ другимъ силамъ, производимымъ ею, потому что только меньшая часть теплоты превращается въ электричество, а большая — разсѣевается безъ измѣненія, въ формѣ теплоты.

Однако теплота прямо дѣйствуетъ на магнитъ и на химическія соединенія и измѣняетъ ихъ. Образованіе нѣкоторыхъ химическихъ веществъ обусловливается теплотой, напримѣръ образованіе воды изъ кислорода и водорода; иногда теплота только способствуетъ химическому соединенію, а во многихъ случаяхъ, въ образованіи амміака и его солей, препятствуетъ или противодѣйствуетъ ему. Впрочемъ, во многихъ изъ этихъ случаевъ, теплота болѣе направляетъ дѣйствіе, чѣмъ производитъ его, но и для этого она должна находиться въ непосредственномъ отношеніи къ силѣ, дѣйствіемъ которой она управляетъ; порохъ, подожженный раскаленной проволокой, продолжаетъ свое собственное горѣніе или химическое соединеніе, независимо отъ первоначальнаго источника теплоты, но химическое сродство подожженной части, должно было возбудиться на счетъ теплоты проволоки, потому что для нарушенія даже неустойчиваго равновѣсія требуется сила, находящаяся въ прямомъ отношеніи съ силами, поддерживающими равновѣсіе.

Уже послѣ выхода въ свѣтъ перваго изданія этого сочиненія, я сообщилъ королевскому обществу нѣсколько опытовъ, которыми устраняется важное исключеніе изъ общаго дѣйствія теплоты на химическое сродство; результаты этихъ опытовъ даютъ поводъ надѣяться на установленіе общаго отношенія между теплотой, химическимъ сродствомъ и физическимъ притяженіемъ. Я нашелъ, что при погруженіи въ воду какого нибудь вещест-

ва, способнаго переносить высокую температуру и не измѣняющагося отъ дѣйствія воды или ея элементовъ, напр. раскаленной платины или иридія—начинаютъ выдѣляться пузыри газа, состоящіе изъ смѣси кислорода и водорода въ количествахъ, образующихъ воду. Температура, при которой происходитъ это явленіе, по изслѣдованіямъ д-ра Робинсона, написавшаго послѣ моихъ опытовъ замѣчательный мемуаръ объ этомъ предметѣ, равняется 2,386° *). Но кислородъ и водородъ подвергнутые температурѣ, близкой къ 800° **), соединяются и образуютъ воду. Итакъ теплота, повидимому, дѣйствуетъ различно на эти элементы, смотря по степени своей напряженности: въ одномъ случаѣ она производитъ соединеніе, а въ другихъ разложеніе. Еще не нашли средства согласить эту кажущуюся аномалію; я могу предположить только, что составныя частицы воды находятся ниже извѣстной температуры въ состояніи устойчиваго равновѣсія; и что частицы гремучаго газа, выше извѣстной температуры, находятся также въ состояніи равновѣсія устойчиваго, но противоположнаго по характеру; между тѣмъ какъ ниже этой послѣдней температуры частицы смѣси газовъ находятся въ состояніи неустойчиваго равновѣсія, похожемъ на состояніе взрывчатыхъ составовъ и тому подобныхъ тѣлъ, въ которыхъ малѣйшее измѣненіе нарушаетъ равновѣсіе силъ. Представимъ, напримѣръ, что четыре частицы *A*, *B*, *C*, *D*, находятся въ состояніи равновѣсія относительно притягательной и отталкивательной силы; если между *B* и *C*, станетъ дѣйствовать отталкивательная сила, то хотя эти частицы и отодви-

---

*) 2,386° по термометру Фаренгейта, что составляетъ $1{,}307^7/_9$° по стоградусному термометру Цельсія.

**) 800° F = $43^1/_9$° C.

нутся одна отъ другой, но за то при этомъ *B* приблизится къ *A*, *C* къ *D*, и они могутъ войти въ сферу дѣйствія притягательной силы; или, предполагая отталкивательную силу въ центрѣ неопредѣленной сферы частицъ, всѣ частицы, за исключеніемъ тѣхъ, на которыя непосредственно подѣйствовала сила, сблизятся между собою и придя, вслѣдствіе притяженія, въ состояніе устойчиваго равновѣсія, сохранятъ его, потому что отталкивательная сила, разсѣявшаяся по всей массѣ, не въ состояніи нарушить его. Но, увеличивъ отталкивательную силу, можно преодолѣть притягательную силу и всѣхъ частицъ и тогда произойдетъ разложеніе. Такимъ образомъ можно принять, что вода или паръ ниже извѣстной температуры и гремучій газъ выше извѣстной температуры находятся въ состояніи устойчиваго равновѣсія, тогда какъ ниже этой предѣльной температуры равновѣсіе кислородоводороднаго газа неустойчиво.

Я долженъ сознаться, что это объясненіе явленія далеко неудовлетворительно; оно предполагаетъ, что частицы газа притягиваются между собою, подобно частицамъ твердаго тѣла, хотя это притяженіе различно по степени, а можетъ быть и по роду. Какъ бы то ни было, но нѣтъ никакого сомнѣнія, что и газы и твердыя тѣла расширяются или сжимаются соотвѣтственно обратному сокращенію или расширенію другихъ окружающихъ тѣлъ, покрайней мѣрѣ это бываетъ съ тѣлами сходными по своимъ отношеніямъ къ теплотѣ и холоду. Степень расширенія и сжатія, повидимому, ограничивается только соотвѣтствующимъ состояніемъ другихъ тѣлъ, которыя въ свою очередь ограничиваются третьими тѣлами и такъ далѣе, на сколько мы можемъ судить, по всей вселенной.

Принимая выше предложенное объясненіе разложенія воды теплотой, мы должны допустить, что теплота находится въ та-

комъ же отношеніи къ химическому сродству, какъ къ физическому притяженію, непосредственное стремленіе теплоты состоитъ въ противодѣйствіи обѣимъ этимъ силамъ и только ея второстепенное дѣйствіе, повидимому, способствуетъ химическому сродству. Это воззрѣніе объясняетъ какимъ образомъ теплота можетъ производить измѣненія въ равновѣсіи химическаго сродства въ смѣси сложныхъ веществъ, разлагая нѣкоторыя соединенія и отдѣляя элементы, сродство которыхъ къ примѣшанному веществу, какъ скоро они взойдутъ въ сферу его притяженія, больше чѣмъ ихъ сродство къ веществу, съ которымъ они были первоначально соединены химически: такъ, сильная теплота, дѣйствуя на смѣсь хлора и водяныхъ паровъ, производитъ образованіе хлористоводородной кислоты и освобожденіе при этомъ кислорода.

Основываясь на этомъ воззрѣніи, можно предположить, что достаточно напряженная теплота имѣетъ неограниченную силу разложенія: дѣйствительно, очень можетъ быть, что тѣла, принимаемыя въ настоящее время за простыя, будутъ разложены помощью теплоты достаточной напряженности, и, обратно, можно основательно предвидѣть, что тѣла, не вступающія въ соединеніе при извѣстной температурѣ, соединятся, если ихъ температура будетъ понижена; и что такимъ образомъ можно получать новыя соединенія при надлежащемъ расположеніи ихъ составныхъ частей, подвергнутыхъ дѣйствію чрезвычайно низкой температуры и въ особенности одновременному дѣйствію давленія.

Разсматривая дѣйствія теплоты какъ механической силы, должно ожидать à priori, независимо отъ всякой теоріи, что данное количество теплоты, дѣйствуя на данное вещество, должно произвесть опредѣленное количество двигательной силы.

Затѣмъ раждается вопросъ: произведетъ ли одно и то же количество теплоты одно и тоже количество механической силы, каково бы ни было вещество, подверженное дѣйствію теплоты. Я постараюсь разрѣшить этотъ вопросъ, основываясь на защищаемомъ мною воззрѣніи на теплоту. Въ этомъ сочиненіи теплота разсматривается какъ самое движеніе или механическая сила, и количество теплоты измѣряется количествомъ движенія. Такъ, если при сжатіи какого нибудь тѣла (напримѣръ ртути) воздухъ внутри цилиндра съ подвижнымъ поршнемъ расширяется, то поршень приходитъ въ движеніе, и въ этомъ случаѣ расширеніе или движеніе вещества (напр. желѣза), изъ котораго сдѣланъ цилиндръ, и окружающаго воздуха обыкновенно не принимаютъ во вниманіе. Расширяясь, воздухъ охлаждается; другими словами, расширяясь самъ, онъ теряетъ свою способность производить расширеніе окружающихъ тѣлъ; но если насильно удерживать поршень на мѣстѣ, то расширительная сила ртути сообщается желѣзу и окружающему воздуху, и эти тѣла нагрѣваются больше, чѣмъ въ томъ случаѣ, когда поршень поднимается.

Если бы въ разсматриваемомъ случаѣ воздухъ былъ заключенъ, и его объемъ оставался неизмѣннымъ, то спрашивается, произведетъ ли расширеніе желѣза, изъ котораго сдѣланъ цилиндръ, предполагая, что разширеніемъ его можно воспользоваться, точно такое же механическое дѣйствіе, какое произвело бы расширеніе воздуха, если бы вся теплота была поглощена имъ.

Допуская, что (за исключеніемъ тѣлъ, расширяющихся при замерзаніи, которыя въ извѣстныхъ предѣлахъ температуры представляютъ обратное явленіе) тѣло при всякомъ сжатіи нагрѣвается, т. е. расширяетъ окружающія вещества и при всякомъ расширеніи или увеличеніи объема—охлаждается т. е.

сжимаетъ сосѣднія вещества должно, мнѣ кажется, заключить, что механическая сила произведенная теплотой бываетъ постоянна, т. е. одна и та же для даннаго количества и напряженія теплоты, каково бы ни было вещество, подверженное дѣйствію теплоты.

Такъ, пусть А будетъ опредѣленный источникъ теплоты, напримѣръ фунтъ ртути при 400° Ф., а В будетъ другой источникъ, равный и подобный первому. Положимъ, что А употребляется для поднятія поршня посредствомъ расширенія воздуха, а В для поднятія другаго поршня посредствомъ расширенія водяныхъ паровъ. Представимъ, что поршни прикрѣплены къ концамъ равноплечаго рычага такъ, что они противодѣйствуютъ другъ другу и такимъ образомъ представляютъ нѣчто въ родѣ тепловыхъ вѣсовъ. Если бы А, будучи приложенъ къ воздуху могъ преодолѣть В, который приложенъ къ водѣ, онъ придавилъ бы или понизилъ поршень при В и, сжимая паръ, возвысилъ бы его температуру, а паръ въ свою очередь, возвысилъ бы температуру своего источника тептоты; такимъ образомъ мы получили бы аномалію, состоящую въ томъ, что фунтъ ртути при 400° ф. возвысилъ температуру другаго фунта ртути отъ 400 до 401° или до какого нибудь другаго градуса тепла, выше первоначальной, и притомъ безъ всякой носторонней помощи; очевидно что это невозможно или по крайней мѣрѣ находится въ противорѣчіи со всѣми изслѣдованіями.

Предыдущій опытъ идеаленъ и приведенъ съ цѣлью придать болѣе точную форму разсужденію для того, чтобы выставить самую мысль рельефнѣе, здѣсь опущены всѣ обстоятельства, касающіяся до количества, удѣльной теплоты и т. д., необходимыя для полученія сравнительныхъ результатовъ относительно данныхъ матеріаловъ. Нашъ выводъ можно представить и въ слѣдующей формѣ: никакимъ ме-

ханическимъ приложенiемъ или измѣненiемъ матерiала невозможно заставить данный источникъ теплоты произвесть тепла больше, чѣмъ сколько онъ имѣлъ первоначально, и когда вся теплота превращается въ механическую силу, то нельзя предположить избытка этой силы, потому что послѣднiй можно было бы превратить въ избытокъ теплоты, а это было бы творенiе силы. Точно также невозможенъ дефицитъ силы, потому что онъ означалъ бы уничтоженiе силы. Впрочемъ я не вижу, какимъ образомъ это теоретическое понятiе можетъ быть повѣрено на опытѣ; громадныя тяжести и сложныя механическiя приводы, потребные для измѣренiя силы, производимой матерiей въ ея наименѣе расширяемыхъ формахъ, далеко превосходятъ наши настоящiя средства для производства опытовъ. Чрезвычайно трудно было бы также устранить или опредѣлить дѣйствiе частичныхъ притяженiй, инерцiи, и т. д., на которыя расходуется часть механической силы. Нельзя, напримѣръ, практически осуществить предыдущiй выводъ построенiемъ машины, которая производила бы посредствомъ расширенiя и сжатiя желѣзной полосы такую же силу, какую производитъ паровая машина, потребляющая одинаковое количество теплоты.

Карно, написавшiй въ 1824 г. сочиненiе о двигательной силѣ теплоты, разсматривалъ механическую силу, производимую теплотой, какъ слѣдствiе передачи теплоты отъ одной точки къ другой, безъ всякой окончательной потери теплоты. Такъ, при дѣйствiи обыкновенной паровой машины, теплота печи, расширяя воду въ котлѣ и поднимая поршень, производитъ механическое дѣйствiе, но чтобы это дѣйствiе продолжалось нужно удалить теплоту или сократить расширившуюся воду. Это производитъ холодильникъ, и поршень опускается. Но въ такомъ случаѣ теплота, производимая горючимъ мате-

ріаломъ, какъ бы перенеслась въ холодильникъ этимъ переходомъ и произвела механическое движеніе.

Слѣдуетъ ли разсматривать механическое движеніе, произведенное теплотой, какъ дѣйствіе простой передачи теплоты отъ одной точки къ другой или какъ результатъ превращенія теплоты въ механическую силу, отъ которой и происходитъ это движеніе? Этотъ вопросъ приводитъ къ слѣдующему: возвращается ли теплота, пораждающая механическую силу, вновь въ видѣ теплоты или потребляется она произведенною работою.

Когда нагрѣвается опредѣленное количество воздуха, онъ расширяется и отъ собственнаго расширенія охлаждается, т. е. теряетъ часть своей способности сообщать теплоту окружающимъ тѣламъ. То, что мы назвали бы теплотой, если бы расширеніе воздуха было задержано, мы называемъ механическимъ дѣйствіемъ, или разсматриваемъ какъ теплоту превращенную въ механическое дѣйствіе, и переставшую быть теплотой; но, оставляя въ сторонѣ нервныя ощущенія, это расширеніе или механическое дѣйствіе исчерпываетъ собою все проявленіе теплоты, потому что при свободномъ расширеніи воздуха, это расширеніе и служитъ указателемъ теплоты; а при заключеніи воздуха въ сосудъ указателемъ теплоты становится расширеніе вещества сосуда, въ которомъ онъ заключенъ, или ртути опущеннаго въ сосудъ термометра и т. д.

Далѣе, если расширенный воздухъ механическимъ давленіемъ или какимъ нибудь другимъ средствомъ привести опять къ его первоначальному объему, то онъ становится способнымъ нагрѣвать или расширять другія вещества гораздо сильнѣе, чѣмъ еслибы онъ оставался въ расширенномъ состояніи. Чтобы произвести непрерывное движеніе, или за-

ставить поршень двигаться вверхъ и внизъ, мы должны нагрѣвать и охлаждать совершенно такъ же, какъ и въ магнитной машинѣ мы должны намагничивать и размагничивать, если хотимъ произвести продолжительное механическое дѣйствіе; и хотя, при невозможности уединить теплоту, нѣсколько теплоты всегда теряется при работѣ, все таки можно сказать, что работа получается посредствомъ передачи теплоты отъ нагрѣтаго къ холодному тѣлу, отъ печи къ холодильнику. Но мы такъ же точно можемъ сказать, что теплота превратилась въ механическую силу, а механическая сила обратно въ теплоту; эти дѣйствія находятся всегда въ такомъ же соотношеніи, въ какомъ находятся механическія дѣйствія воздушнаго насоса, которыя, расширяя воздухъ съ одной стороны, сжимаютъ его съ другой; и какъ мы не можемъ произвесть расширеніе безъ соотвѣтствующаго сжатія, такъ точно мы не можемъ произвесть нагрѣваніе безъ соотвѣтствующаго охлажденія, и наоборотъ.

До сихъ поръ мы не принимали во вниманіе сопротивленіе поршня или какого бы то ни было груза, т. е. предполагали, что грузъ, поднимаемый поршнемъ, съ нимъ же и опускается. Теплота употреблялась нами не только на расширеніе воздуха или пара, но и на поднятіе поршня съ его тяжестью. Если во время охлажденія пара грузъ опускается, то его механическая сила возвращаетъ теплоту, потерянную при расширеніи; но въ этомъ случаѣ никакую часть силы нельзя уединить такимъ образомъ, чтобы ее можно было употребить для какой нибудь практической цѣли. За этимъ слѣдуетъ вопросъ: что произойдетъ съ начальной теплотой, если, послѣ того какъ поршень поднялся, устранить тяжесть, такъ чтобы она не помогала поршню опускаться, а падала на рычагъ

или производила какое нибудь постороннее механическое дѣйствіе?

Чтобы отвѣчать на этотъ вопросъ, положимъ, что тяжесть лежитъ на поршнѣ, который сжимаетъ воздухъ опредѣленной температуры, напримѣръ 50° въ цилиндрѣ, который мы примемъ за совершеннѣйшій проводникъ теплоты. Часть теплоты такимъ образомъ заключеннаго воздуха произойдетъ отъ сжатія, потому что, какъ мы видѣли, сжиманіе упругой жидкости производитъ теплоту.

Послѣ этого нагрѣемъ этотъ заключенный воздухъ до 70°, отъ этого поршень съ грузомъ поднимется, а температура вслѣдствіе расширенія воздуха нѣсколько понизится примѣрно до 69° (для большей простоты мы принимаемъ, что теплота, пораждаемая треніемъ поршня, вознаграждаетъ силу расходуемую на треніе).

Когда поршень достигъ своей наибольшей высоты, пусть какое нибудь холодное тѣло отниметъ 20° отъ температуры заключеннаго воздуха; поршень теперь опустится и отъ давленія производимаго тяжестью возвратится 1° теплоты, потерянный при расширеніи, и когда поршень придетъ въ свое первоначальное положеніе, температура воздуха будетъ опять 50°. Повторимъ этотъ опытъ; но когда поршень достигнетъ наибольшей высоты и холодное тѣло будетъ приложено, мы удаляемъ грузъ, заставляя его дѣйствовать на колесо или производить какую нибудь другую механическую работу. Опускающійся поршень теперь не достигнетъ своего начальнаго положенія, иначе какъ при отвлеченіи изъ воздуха большаго количества теплоты; устраненіе груза повлечетъ за собой недостатокъ силы для возвращенія воздуху одного градуса теплоты и температура будетъ 49° или вообще будетъ ниже 50° на какую нибудь малую величину. Если бы было иначе, то, такъ какъ тяжесть при

паденіи можетъ, посредствомъ тренія, произвести теплоту, мы получили бы больше теплоты, чѣмъ было сначала, т. е. произошло бы твореніе теплоты изъ ничего, или другими словами, вѣчное движеніе.

Допустимъ теперь, что эти 20°, прибавившіеся къ воздуху при первомъ случаѣ, доставлены тѣломъ въ 90° такого размѣра и изъ такого матеріала, что его теплоемкость равна теплоемкости массы заключеннаго воздуха: температура этого тѣла понизилась бы до 70°; другими словами, нашъ очагъ потерялъ бы 20° теплоты. Пусть холодное тѣло, употребленное какъ холодильникъ, будетъ того же размѣра и изъ того же матеріала и температура его въ 30°. Въ первомъ опытѣ, тѣло въ 30° привело бы поршень обратно въ его первоначальное положеніе, но во второмъ случаѣ, гдѣ устраняется грузъ, тѣла въ 30° не достаточно для опущенія поршня; чтобы достигнуть этого, холодное тѣло должно находиться при болѣе низкой температурѣ.

Въ теоріи Карно слѣдующій, еще нерѣшенный вопросъ представляетъ большое затрудненіе для повѣрки на опытѣ: положимъ, что поршень съ наложеннымъ на него грузомъ поднятъ тепловымъ расширеніемъ заключеннаго подъ нимъ газа или пара; если упругую среду возвратить охлажденіемъ до ея первоначальной температуры, то грузъ опуская поршень возвратитъ ту часть теплоты, которая была потеряна расширеніемъ и механическимъ дѣйствіемъ, сопровождавшимъ это расширеніе; но если снять грузъ въ томъ моментъ, когда онъ достигъ своего наибольшаго поднятія, а поршень опустить съ помощью болѣе холоднаго тѣла, то движеніе поршня возвратитъ ли теперь теплоту, утраченную при расширеніи или, другими словами, опущеніе поршня холодомъ возвратитъ ли всю теплоту,

получаемую при опусканіи поршня внизъ механической силой? Основываясь на невозможности вѣчнаго движенія, отвѣчаемъ: нѣтъ, потому что, если возвратится вся теплота, то механическое дѣйствіе, произведенное паденіемъ груза или теплородное дѣйствіе, которое можетъ быть получено изъ механической силы, явится изъ ничего.

Затѣмъ слѣдуетъ другой вопросъ: когда получается внѣшнее механическое дѣйствіе, то возвращеніе поршня, совершающееся безъ помощи груза наружной силы, а единственно только отъ холоднѣйшаго тѣла, сообщаетъ ли этому послѣднему тоже самое число термометрическихъ градусовъ, какое было утрачено теплымъ тѣломъ въ первомъ случаѣ? Положимъ, напримѣръ, что температура холоднаго тѣла при нашемъ опытѣ будетъ не 30° а 20°, то пріобрѣтетъ ли оно отъ опусканія поршня еще 20°, т. е. достигнетъ ли температуры 40°, или же его температура будетъ выше или ниже 40°? Заключеніе изъ невозможности вѣчнаго движенія непроложимо здѣсь, потому что не должно необходимо слѣдовать, что 20°, взятые на термометрической скалѣ между 20° и 40°, представляютъ одинаковое количество силы съ 20°, взятыми на скалѣ отъ 70° до 90°, а потому вполнѣ понятно, что мы можемъ потерять 20° въ очагѣ и получить 20° въ холодильникѣ и сверхъ того нѣкоторое количество механической силы? Изъ предыдущихъ воображаемыхъ опытовъ слѣдуетъ также, что чѣмъ большая требуется механическая сила, тѣмъ больше должно быть различіе въ температурахъ очага и холодильника, но точное отношеніе ихъ температуръ, потребное для даннаго механическаго дѣйствія, насколько мнѣ извѣстно, еще не установлено опытомъ, хотя было показано, что паръ при высокомъ давленіи производитъ сравнительно больше механическаго дѣйствія, при од-

номъ и томъ же числѣ градусовъ, чѣмъ паръ низкаго давленія.

Карно, допуская, что число градусовъ температуры возстановляется, но только при низшей точки термометрической скалы, называетъ это паденіемъ (chute) теплорода. При такомъ взглядѣ механическое дѣйствіе теплоты можно уподобить ряду водяныхъ колесъ расположенныхъ одно ниже другаго. Вода, поворачивая верхнее колесо, производитъ данное механическое дѣйствіе, вода, которая произвела это дѣйствіе, не можетъ опять произвести его на томъ же уровнѣ, если не будетъ перенесена обратно до своей первоначальной высоты, т. е. если не будетъ употреблена внѣшняя сила, равная или, вѣрнѣе, нѣсколько большая силы паденія воды; но, не смотря на то, что сила издержалась относительно перваго колеса, таже самая вода можетъ, падая съ терассы на второе колесо, снова произвести тоже самое механическое дѣйствіе (строго говоря, даже больше, потому что она приблизилась къ центру тяжести земли); и т. д., пока она не достигнетъ самой низкой терассы. Тоже самое и съ теплотой: нѣтъ необходимости принимать вѣчное движеніе для того, чтобы понять, что послѣ даннаго механическаго дѣйствія, произведеннаго на счетъ нѣкоторой потери теплоты, число градусовъ, отнятое отъ начальной температуры, можетъ быть возвращено холодильнику, но только на низшей точкѣ термометрической скалы.

Когда произведена работа, т. е. израсходована сила, первоначальная температура не можетъ быть возстановлена сама собою, но á priori, нѣтъ невозможности сообщить превращенное въ работу число градусовъ охлаждающему тѣлу, столь холодному, что оно и по нагрѣваніи этою теплотою все таки имѣло бы температуру ниже той, къ которой была прибавлена произведшая работу теплота.

Въ теоріи паровыхъ машинъ этотъ предметъ имѣетъ большое практическое значеніе. Уаттъ принималъ, что данный вѣсъ воды для удержанія его въ газообразномъ состояніи подъ какимъ бы то ни было давленіемъ и, слѣдовательно, какъ бы ни измѣнялась его упругость, требуетъ одного и того же количества полной теплоты т. е., суммы скрытой и осязаемой. Полагали даже, что Клементъ Дезормъ подтвердилъ на опытѣ этотъ законъ. Будь это дѣйствительно справедливо, паръ, поднимая поршень съ грузомъ, производилъ бы механическую работу, и такъ какъ при этомъ въ расширенномъ парѣ осталось бы тоже количество теплоты, то эта работа произведена бы была безъ потери первоначальной силы; допустивъ только, что теплота въ холодильникѣ совершенно равна начальной теплотѣ, мы получили бы вѣчное движеніе. Соутернъ полагалъ, что скрытая теплота постоянна и что теплота пара подъ давленіемъ возрастаетъ пропорціонально осязаемой теплотѣ. Дэпрэ, въ 1832 г., сдѣлалъ нѣсколько опытовъ, изъ которыхъ заключилъ, что дѣйствительное количество теплоты возрастаетъ вмѣстѣ съ осязаемой теплотой, но не пропорціонально возвышенію послѣдней выводъ этотъ весьма тщательно повѣренъ и подтвержденъ Реньо въ его новѣйшихъ, обработанныхъ изслѣдованіяхъ. Вѣроятно ошибки Уатта и опытовъ Клемента Дезорма произошли отъ ошибочнаго пониманія скрытой теплоты; они полагали, что явленіе исчезанія явной теплоты происходитъ отъ поглощенія какого то матеріальнаго вещества —теплорода, который снова возвращается при сгущеніи пара, т. е. при обращеніи его въ воду, хотя бы вода и не была подвергнута никакому давленію. Между тѣмъ какъ на самомъ дѣлѣ для опредѣленія всего количества теплоты пара, под-

верженнаго давленію, этотъ паръ слѣдуетъ обращать въ воду подъ такимъ же давленіемъ, подъ какимъ онъ образовался; какъ это и дѣлалось въ опытахъ Дэпрэ и Реньо.

Сегэнъ опровергнулъ, въ 1839 г., положеніе, что простой передачей теплоты можетъ быть произведена работа. Основываясь на извѣстныхъ данныхъ, каковъ законъ Маріотта, по которому сила упругости газовъ и паровъ увеличивается прямо пропорціонально давленію, и на томъ, что на возвышеніе температуры паровъ на одинъ градусъ между 100° и 150° Ц. расходуется единица теплоты, онъ опредѣлилъ помощію вычисленій механическій эквивалентъ, т. е. количество работы, въ которую способно преобразоваться опредѣленное количество теплоты. Такимъ образомъ онъ нашелъ, что одинъ граммъ воды, теряя подъ обыкновеннымъ давленіемъ одинъ градусъ Цельзія, можетъ произвести силу, способную поднять грузъ въ 500 граммовъ на высоту одного метра. Это число не много больше полученнаго обратнымъ опытомъ Джуля, опытомъ, упомянутымъ нами выше, посредствомъ котораго опредѣлялась теплота производимая даннымъ количествомъ механическаго дѣйствія. Я не знаю, было ли установлено прямымъ опытомъ количество механической работы, производимое опредѣленнымъ количествомъ теплоты, хотя въ нѣкоторыхъ частныхъ случаяхъ и получены были приблизительные результаты. Въ теоріи, мы конечно можемъ сказать, что если паденіе 772 фунтовъ съ высоты одного фута возвышаетъ температуру 1 фунта воды на 1° Ф., то, обратно, пониженіе температуры 1 фунта воды на 1° Ф. должно поднять 772 фунта на высоту 1 фута. Вычисленія Сегэна были недалеки отъ этого результата, но послѣ тщательныхъ опытовъ Реньо, онъ выразилъ нѣкоторое сомнѣніе въ вѣрности своего перваго опредѣленія, такъ

какъ по этимъ опытамъ оказалось, что между нѣкоторыми границами для возвышенія температуры сжатаго пара на одинъ градусъ, требуется не больше какъ около трехъ десятыхъ единицы теплоты. Въ этомъ случаѣ полная единица теплоты болѣе возвысила бы температуру, а слѣдовательно могла бы произвесть большую работу, и тогда механическій эквивалентъ теплоты увеличенный въ отношеніи 10 къ 3 былъ бы равенъ 1666 граммамъ а не 500. Другія испытатели дали числа болѣе или менѣе несогласныя, такъ что, не дѣлая никакого заключенія объ ихъ различныхъ выводахъ, можно считать этотъ вопросъ въ настоящее время еще далеко не конченнымъ. Реньо самъ не далъ закона, по которому отношеніе теплоты измѣнялось бы сообразно давленію, и какъ кажется до сихъ поръ занимается изслѣдованіями по этому вопросу, который всего вѣроятнѣе разрѣшится опытами надъ механическимъ дѣйствіемъ упругихъ жидкостей.

Я старался доказать (показавъ аномалію, къ которой приводитъ противоположное заключеніе), что какое бы количество механической работы ни было произведенно однимъ видомъ примѣненія теплоты, тоже самое количество, по теоріи, должно быть произведено и другимъ видомъ. Но въ практикѣ встрѣчается здѣсь огромное различіе; поэтому весьма важно изъ опытовъ, узнать какая среда наиболѣе способствуетъ примѣненію теплоты и какая машина экономнѣе расходуетъ ее. Предстоитъ рѣшить трудную задачу, опредѣлить количество теплоты, уносимой паромъ по окончаніи работы въ обыкновенныхъ машинахъ—въ холодильникъ, въ машинахъ высокаго давленія,—въ воздухъ. Доказано, что большое количество топлива истрачивается на нагрѣваніе воды до точки кипѣнія, съ которой собственно и начинается ея дѣйствіе какъ дви-

гающаго дѣятеля. По произведеніи водой небольшой работы ее устраняютъ и замѣняютъ свѣжимъ паромъ, тогда какъ она содержитъ еще очень значительную часть первоначально сообщенной ей теплоты, другими словами, теряютъ совершенно всю и даже болѣе нежели всю теплоту, которая пошла на нагрѣваніе воды до точки кипѣнія. Для устраненія этой потери были сдѣланы разныя предложенія. Употребленіе теплой воды холодильника для пополненія котла возвращаетъ часть, но очень малую, потерянной теплоты. Второе предложеніе состоитъ въ употребленіи пара сначала для высокаго давленія, потомъ, прежде его удаленія или сгущенія, въ извлеченіи пользы изъ его низкаго давленія; третье, есть пользованіе паромъ, по произведеніи имъ работы, какъ источникомъ теплоты или какъ вторымъ горномъ, для кипяченія эфира или другой жидкости, кипящей при температурѣ низшей нежели вода. Всѣ эти предложенія имѣютъ нѣкоторыя выгоды, но сложность приборовъ, опасность отъ воспламененія эфира и другія причины до сихъ поръ препятствуютъ ихъ примѣненію. Недавно предложены подъ названіемъ возрождающей паровой машины различныя остроумныя комбинаціи; и хотя нѣкоторыя изъ нихъ испытаны, но судить объ ихъ годности въ настоящее время было бы слишкомъ поспѣшно. Главное основаніе подобныхъ машинъ заключается въ томъ, что нагрѣтый паръ или воздухъ, по произведеніи имъ нѣкоторой работы, напр. послѣ поднятія поршня, вмѣсто сгущенія или удаленія долженъ быть удержанъ, снова нагрѣтъ до своей первоначальной высокой температуры, и потомъ опять употребленъ въ дѣло; или долженъ сообщить свою теплоту какому нибудь тѣлу, а послѣднее, въ свою очередь, сообщить ее свѣжему пару, предназначаемому для дѣйствія. Послѣднее предложеніе сдѣлано Эриксономъ: онъ удаляетъ воздухъ, со-

вершившій работу, чрезъ проволочныя сѣти, которыя отъ этого нагрѣваются, а черезъ эти нагрѣтыя сѣти проходитъ слѣдующее количество свѣжаго воздуха. Сегэнъ и Сименсъ построили на этомъ основаніи машины, которыя, какъ говорятъ, дали при испытаніи хорошіе результаты. Но во всѣхъ этихъ предложеніяхъ встрѣчается однако теоретическое затрудненіе, не относительно возможности выполненія плановъ, а относительно выгодности машинъ, затрудненіе, которое, какъ кажется, не легко устранить. Будетъ ли нагрѣтый паръ или воздухъ удержанъ, передастъ ли свою теплоту металлическому или другому тѣлу, теплота эта должна обнаруживать свою отталкивательную силу и слѣдовательно противодѣйствовать ходу поршня, или входящимъ парамъ, а въ такомъ случаѣ для уравновѣшиванія ея требуется увеличенное давленіе. Паръ, двигая поршень и производя механическую работу, теряетъ силу пропорціонально передвиженію поршня. Совершивъ извѣстный путь, поршень останавливается, или, какъ говорятъ, ударъ оканчивается, но тогда все еще есть въ цилиндрѣ сжатый паръ, способный произвести работу, но количество его такъ незначительно что въ практикѣ можно пренебрегать имъ. Если его удержать въ цилиндрѣ, поршень не опустится безъ внѣшней силы, равной сопротивленію этого, такъ сказать, полусжатаго пара и силѣ, необходимой для произведенія нормальной работы машины; и какимъ бы образомъ ни была удержана остаточная сила, она или должна производить потерю въ величинѣ двигающей силы, или, по большей части, можетъ произвести только работу, меньшую той, которую она произвела бы прямо, если бы ей позволили дѣйствовать болѣе продолжительнымъ ударомъ въ поршень. Вѣроятно, часть этой остаточной силы можно употребить съ выгодой; въ дѣйстви-

тельности это имѣетъ мѣсто, когда котелъ пополняется вмѣсто холодной воды теплой изъ холодильника, но при этомъ все таки кажется неизбѣжна значительная потеря.

Не вдаваясь въ дальнѣйшій разборъ разныхъ изобрѣтеній и теорій по этому предмету, получающихъ съ каждымъ днемъ новое развитіе, я считаю не лишнимъ указать на превосходство природы сравнительно съ искуствомъ въ его современномъ состояніи. Согласно съ точными изслѣдованіями, самая выгодная изъ нашихъ печей расходуетъ отъ десяти до двадцати разъ больше матеріала, чѣмъ животное на произведеніе одного и того же количества теплоты; и Матеучи нашелъ изъ своихъ опытовъ, что при извѣстной тратѣ цинка въ гальванической баттареѣ, можно произвести въ шесть разъ больше механической работы, дѣйствуя токомъ на только что убитую лягушку, — нежели на электромагнитную машину или другой искуственный двигатель, не принимая еще въ разсчетъ неудобства примѣненія тока къ организмамъ и того, что дѣйствіе силы въ мертвомъ животномъ гораздо слабѣе, нежели въ живомъ. Такимъ образомъ во всѣхъ нашихъ практическихъ примѣненіяхъ, мы можемъ пользоваться только силами природы и прилагать ихъ къ искуственнымъ механизмамъ, гораздо менѣе совершеннымъ нежели механизмы самой природы. Справедливо сказалъ поэтъ:

Nature it made better by no mean
But nature makes that mean; so o'er that art,
Which you say adds to nature, is an art
That nature makes

(„Никакими средствами нельзя улучшить природу помимо тѣхъ, которыя доставляетъ намъ она сама; такимъ образомъ выше

того искуства, которымъ мы думаемъ помочь природѣ, стоитъ искуство самой природы").

Томсонъ высказалъ недавно слѣдующую мысль: при всякомъ механическомъ и другомъ дѣйствіи развивается нѣкоторое количество теплоты; постоянное лучеиспусканіе этой теплоты въ пространство должно произвести по немногу пониженіе температуры земли; а отъ такой потери, хотя незначительной, но продолжительной, земля должна мало по малу охладиться до степени несовмѣстной съ существованіемъ животной и растительной жизни. Короче,—земля и планеты нашей системы отдаютъ больше теплоты, нежели получаютъ ее, и потому постепенно охлаждаются. Геологическія изслѣдованія подтверждаютъ до нѣкоторой степени это мнѣніе, такъ какъ они показываютъ, что климатъ многихъ частей земной поверхности въ отдаленныя времена былъ теплѣе нынѣшняго: ископаемыя остатки животныхъ, найденные въ древнихъ слояхъ, свидѣтельствуютъ объ организмахъ, принаровленныхъ къ климату, по нашимъ понятіямъ, жаркому. Впрочемъ всѣ космическія соображенія заключаютъ въ себѣ столько гипотетическаго, что даже самыя существенныя основанія заслуживаютъ мало довѣрія. Мы не знаемъ первоначальнаго источника земной теплоты, не говоря уже объ источникѣ солнечной; мы не знаемъ, устроены ли планетныя системы такимъ образомъ, что естественныя силы могутъ безъ потери передаваться отъ одной къ другой; можетъ быть эти силы, ускользавшія до сихъ поръ отъ нашихъ наблюденій, находятся въ положеніи непрерывнаго, періодическаго взаимнаго обмѣна.

Движенія производимыя тяготѣніемъ могутъ быть причиной возбужденія частичныхъ силъ внутри самыхъ планетъ. А такъ какъ мы ни наблюденіемъ, ни размышленіемъ не мо-

жемъ ни представить, ни опредѣлить предѣлы вселенной, потому что всякое улучшеніе телескопа открываетъ новые міры звѣздъ, то мы можемъ разсматривать земной шаръ какъ окруженный вещественной сферой, лучеиспускающей на него непрерывно теплоту, свѣтъ и можетъ быть другія силы.

На сколько мы можемъ судить теперь, такое звѣздное лучеиспусканіе не вознаграждало бы потерю теплоты отъ земнаго лучеиспусканія. Но можно допустить, что при движеніи своемъ вся солнечная система можетъ проходить чрезъ части пространства съ различной температурой, какъ это кажется первый предположилъ Пуассонъ; и подобно тому, какъ теперь бываютъ у насъ земныя лѣто и зима, могутъ быть солнечныя или системныя лѣто и зима; въ такомъ случаѣ теплота, теряемая въ теченіе послѣднихъ періодовъ, можетъ быть вознаграждена въ теченіе первыхъ. Количество лучеиспусканія отъ небесныхъ тѣлъ можетъ измѣниться также вслѣдствіе перемѣны ихъ положенія, въ теченіи періодовъ чрезвычайно продолжительныхъ сравнительно съ временемъ существованія человѣческаго рода.

Мысль Томсона отлична отъ гипотезы Лапласа, недавно подкрѣпленной Бабине. Эта гипотеза объясняетъ образованіе планетъ постепеннымъ сгущеніемъ туманной матеріи. Можно нѣсколько видоизмѣнить эту гипотезу, принявъ что міры или системы не образовались за разъ въ цѣлости въ опредѣленный періодъ, но постоянно измѣнялись и измѣняются атмосферными прибавленіями или отнятіями, увеличеніями и уменьшеніями туманнаго космическаго вещества или метеорными тѣлами; такъ что ни объ одной звѣздѣ или планетѣ нельзя сказать, что она создана или разрушена въ какой нибудь опредѣленный моментъ, или находится въ состояніи абсолют-

ной неизмѣняемости; напротивъ однѣ изъ нихъ можетъ быть увеличиваются, другія въ то же время уменьшаются, и такъ во всемъ мірѣ, какъ въ его прошедшемъ, такъ и въ будущемъ. Но разсматривая съ физической точки зрѣнія космогоническіе вопросы о началѣ и концѣ міровъ, мы рѣшительно не можемъ удостовѣриться ни въ истинности ни въ ошибочности гипотезъ, принимаемыхъ для рѣшенія этихъ вопросовъ, потому что обнимаемый нашими наблюденіями періодъ времени, придавая ему даже самые широкіе размѣры, безконечно малъ сравнительно съ временемъ, необходимымъ для произведенія какого нибудь замѣтнаго измѣненія, даже на нашей собственной планетѣ. У насъ нѣтъ никакихъ средствъ удостовѣриться въ постоянствѣ или періодичности измѣненій, происходящихъ въ одномъ и томъ же направленіи въ продолженіи всей жизни человѣчества, потому что эти измѣненія могутъ быть вѣковыя, совершающіяся въ теченіе періодовъ, значительно превышающихъ извѣстное намъ время; такъ что въ такихъ случаяхъ вопросъ о сравнительномъ постоянствѣ или измѣняемости можетъ относиться только къ періоду времени, которое неизмѣримо велико для нашихъ счисленій, но ничтожно относительно космическаго времени, если только космическое время и вѣчность не одно и тоже. Какъ ни заманчивы подобные вопросы для человѣческаго ума, но удовлетворительное разрѣшеніе ихъ далеко превышаетъ человѣческія способности, —какъ настоящаго времени, такъ и ближайшаго будущаго.

ЭЛЕКТРИЧЕСТВО.

Электричество есть такое возбужденное состоянiе матерiи, или такой видъ силы, который наиболѣе ясно и опредѣленно приводитъ въ соотношенiе, черезъ свое посредство, другiе виды силы, и, во многихъ случаяхъ, даетъ возможность количественно опредѣлить свое отношенiе къ нимъ, ихъ отношенiе между собою и къ нему самому. Вслѣдствiе того способа, которымъ этотъ особенный видъ силы, названный электричествомъ, передается черезъ извѣстныя тѣла, каковы напримѣръ металлическiя проволоки, вошло въ употребленiе слово „токъ“ для обозначенiя его видимаго распространенiя. Очень трудно создать какую либо гипотезу, дающую ясное и опредѣленное представленiе объ его образѣ дѣйствiя. По первоначальнымъ теорiямъ явленiя электричества суть дѣйствiя или одной жидкости, частицы которой взаимно отталкиваются, но притягиваютъ постороннiя тѣла, или двухъ жидкостей, частицы каждой изъ которыхъ взаимно отталкиваются, но частицы разныхъ жидкостей притягиваются. Кромѣ этихъ двухъ, не было предложено ни одной существенно важной теорiи. Но не смотря на то, я полагаю, что многiе, внимательно изучавшiе электрическiя явленiя, согласятся разсматривать ихъ, не какъ дѣйствiя жидкости или двухъ жидкостей, а какъ дѣйствiя

частичной поляризаціи обыкновенной матеріи, или какъ матеріи, притягивающей и отталкивающей по извѣстному направленію. Такимъ образомъ, передача гальваническаго тока жидкостями разсматривается Гротусомъ какъ рядъ химическихъ явленій, совершающихся по одному опредѣленному направленію; напримѣръ, при разложеніи воды, между полюсами или электродами гальванической баттареи, первая частица кислорода перемѣщается отъ возбужденнаго притяженія въ ближайшемъ электродѣ; освобожденный такимъ перемѣщеніемъ водородъ соединяется съ кислородомъ слѣдующей за нимъ частицы воды, и тѣмъ самымъ освобождаетъ изъ нея водородъ, который, въ свою очередь, дѣйствуетъ на кислородъ третьей частицы и т. д.; такимъ образомъ, здѣсь токъ есть не что иное, какъ частичная передача химическаго дѣйствія.

По всей вѣроятности, жидкости, за нѣкоторыми исключеніями, каковы расплавленные металлы, проводятъ электричество не иначе, какъ только подвергаясь разложенію; потому что даже и въ тѣхъ крайнихъ случаяхъ, когда небольшая проводимость не сопровождается повидимому обыкновеннымъ выдѣленіемъ веществъ на электродахъ, послѣдніе, по прекращеніи дѣйствія на нихъ тока батареи и по погруженіи ихъ въ новую жидкость, обнаруживаютъ противоположнымъ (поляризаціоннымъ) токомъ перемѣну въ состояніи своихъ поверхностей; эта перемѣна, безъ сомнѣнія, произведена осажденіемъ на нихъ тонкихъ слоевъ веществъ съ противоположными химическими свойствами. Въ послѣднее время много обсуждался вопросъ о возможности слабой проводимости въ жидкостяхъ, происходящей безъ химическаго разложенія, но и до сихъ поръ онъ принадлежитъ къ числу спорныхъ между представителями науки. Положимъ на время, что электролизъ или химическое разложеніе

посредствомъ электрическихъ токовъ есть единственно извѣстное электрическое явленіе; тогда электричество представится намъ въ видѣ передачи химическаго дѣйствія. Единственное его проявленіе будетъ состоять въ томъ,что извѣстное состояніе матеріи, или химическое измѣненіе возникаетъ на двухъ отстоящихъ другъ отъ друга точкахъ; измѣненіе на одной точкѣ находится въ опредѣленномъ отношеніи къ измѣненію на другой и можетъ обнаруживаться на промежуточныхъ точкахъ.

Разсматривая электрическія явленія, извѣстныя подъ названіемъ индукцій, находимъ, что они на столько же противорѣчатъ теоріи жидкости, на сколько согласны съ теоріею частичной поляризаціи. При приближеніи наэлектризованнаго проводника къ ненаэлектризованному, послѣдній электризуется черезъ вліяніе или, какъ говорятъ, индукціей; ближайшія части обоихъ проводниковъ обнаруживаютъ электричества противоположныхъ наименованій. До изслѣдованій этого предмета Фаредеемъ, полагали, что промежуточная непроводящая или діэлектрическая среда не имѣетъ никакого вліянія на явленіе индукціи, а дѣйствіе приписывалось только свойству электрической жидкости отталкивать на разстояніи. Фаредей показалъ напротивъ, что эти явленія, во многихъ отношеніяхъ, зависятъ отъ свойствъ промежуточной среды; такъ, они сильнѣе обнаруживаются при сѣрѣ, чѣмъ при шеллакѣ; при шеллакѣ сильнѣе, чѣмъ при стеклѣ, и т. д. Матеучи, хотя и отличаясь въ своихъ объясненіяхъ отъ Фарадея, прибавилъ нѣсколько опытовъ, доказывающихъ частичную поляризацію промежуточной діэлектрической среды. Онъ сложилъ нѣсколько тонкихъ пластинокъ слюды, какъ колоду картъ; къ противоположнымъ наружнымъ сторонамъ приложилъ по металлической пластинкѣ и одну изъ нихъ наэлектризовалъ, такъ что приборъ

былъ заряженъ подобно Лейденской банкѣ. По отдѣленіи уединительными рукоятками пластинокъ слюды, онъ нашелъ, что каждая изъ нихъ наэлектризована съ одной стороны положительно, съ другой отрицательно; этотъ опытъ весьма ясно и рѣшительно обнаруживаетъ поляризацію, проходящую по всѣмъ промежуточнымъ мѣстамъ, отъ дѣйствія индукціи.

Въ самомъ дѣлѣ, химическое дѣйствіе или электролизъ можетъ, какъ я показалъ, передаваться черезъ діэлектрическое вещество, каково напримѣръ стекло, но повидимому только до тѣхъ поръ, пока стекло будетъ заряжено электричествомъ. Въ этомъ можно убѣдиться слѣдующимъ опытомъ: проволока герметически вставленная въ стеклянную трубку, такъ что немного выдается ея конецъ, погружается въ воду, заключенную въ Флорентинской банкѣ; банка эта опускается въ воду на такую глубину, что вода снаружи и внутри ея находится на одной высотѣ. Какъ только эта проволока и другая ей подобная, погруженная въ наружную воду, соединяется посредствомъ металла съ сильной электрической машиной, извѣстной подъ названіемъ Румкорфовой спирали, начинаютъ отдѣляться пузырьки газа около выдающихся частей проволокъ, но, послѣ нѣкотораго времени, отдѣленіе газа прекращается, и снова возобновляется, если, отнявъ на время проволоки отъ спирали, опять соединить ихъ съ нею.

Слѣдующій интересный опытъ, Карстена, еще болѣе подтверждаетъ частичныя измѣненія, производимыя электричествомъ. Если наэлектризовать монету, положенную на нѣсколько тонкихъ стеклянныхъ пластинокъ, сложенныхъ въ видѣ колоды картъ, и, по удаленіи монеты, дунуть на стекло, то на немъ замѣчается оттѣнокъ монеты, что очевидно доказываетъ частичное измѣненіе на поверхности пластинки, или въ самомъ

*

стеклѣ, или въ сгущенныхъ на немъ парахъ. Явленіе это могло бы быть и уже было приписано предполагаемому на пластинкѣ тонкому слою приставшаго жира. Но оказывается, что отпечатокъ проникаетъ до нѣкоторой глубины подъ поверхностію, и не уничтожается даже полировкой. Но можно идти еще дальше: отдѣливъ осторожно стеклянныя пластинки, можно вызвать изображеніе монеты на каждой изъ поверхностей и показать, что частичное измѣненіе передается самымъ веществомъ стекла; а отсюда мы имѣемъ полное права заключить, что стекло, или другое діэлектрическое тѣло, еслибъ его можно было разбить, пока оно находится подъ вліяніемъ индукціи, обнаружило бы частичное измѣненіе на каждой сторонѣ каждаго куска, какъ бы мелки они ни были. Мнѣ удалось еще болѣе распространить это изслѣдованіе и, такъ сказать, укрѣпить производимыя электричествомъ изображенія. Между двумя тщательно вычищенными стеклянными пластинками помѣщалось какое нибудь слово, вырѣзанное изъ бумаги или изъ оловянной фольги; снаружи накладывались листики фольги, немного меньше пластинокъ и соединялись съ спиралью Румкорора. Послѣ электризованія, въ теченіи нѣсколькихъ секундъ, стекла отдѣлялись и ихъ внутреннія поверхности подвергались дѣйствію паровъ фтористо-водородной кислоты, разъѣдающей стекло; части стекла, неприкасавшіяся во время электризованія къ вырѣзанному слову разъѣдались кислотой, тогда какъ прикасавшіяся къ нему оставались нетронутыми или мало измѣненными, такъ что получалась прочная гравюра, уничтожаемая только шлифованіемъ стекла.

Нѣсколько позднѣйшихъ моихъ опытовъ по этому предмету еще разительнѣе обнаруживаютъ эти любопытныя частичныя измѣненія. Одна изъ пластинокъ стекла, наэлектризованная только

что упомянутымъ образомъ, покрывалась на сторонѣ съ отпечаткомъ невидимаго электрическаго изображенія пленкой іодированнаго коллодіума, способомъ обыкновенно употребляемымъ для фотографическихъ цѣлей; за тѣмъ, она погружалась въ темной комнатѣ въ растворъ азотнокислаго серебра; и потомъ выставлялась на нѣсколько секундъ на разсѣянный свѣтъ. Отъ разливанія по коллодіуму обыкновеннаго раствора пирогалловой кислоты невидимое электрическое изображеніе выступало на свѣтломъ фонѣ въ видѣ темнаго очерка, который можно было прочно укрѣпить сѣрноватистокислымъ натромъ. Въ этомъ опытѣ замѣчательно то, что прочное изображеніе получалось на пленкѣ коллодіума, которую можно снять со стекла, высушить и помѣстить на другую поверхность. Такимъ образомъ, частичное измѣненіе, произведенное электричествомъ на стеклѣ, прикасаясь, сообщало пленкѣ коллодіума совершенно себѣ подобное по формѣ измѣненіе, которое однако несомнѣнно химическаго происхожденія. Сверхъ того, электричество въ этомъ опытѣ такъ видоизмѣнило поверхность стекла, что она могла въ свою очередь измѣнить строеніе другаго вещества, напримѣръ, измѣнить его отношеніе къ свѣту. Отъ теоріи жидкостей можно ожидать весьма странныхъ и запутанныхъ объясненій этихъ явленій, между тѣмъ, если принять электричество и свѣтъ за проявленія обыкновенной, вѣсомой матеріи, то затрудненіе можетъ встрѣтиться только въ объясненіи подробностей.

Разсматривая за тѣмъ атмосферное электричество, когда оно, какъ это обыкновенно бываетъ, положительно относительно электричества земли, найдемъ, что каждый послѣдовательный слой атмосферы положителенъ относительно нижняго, и отрицателенъ относительно верхняго слоя; обратный случай бываетъ тогда,

когда атмосферное электричество отрицательно относительно земнаго.

Изслѣдуя другія явленія электричества, находимъ и другія измѣненія. Электрическая искра, электрическая кисть и тому подобныя явленія разсматривались старою теоріею, какъ дѣйствительное истеченіе электрической матеріи или жидкости; я осмѣливаюсь разсматривать эти явленія, какъ отдѣленіе самаго вещества, изъ котораго они исходятъ, и какъ частичное дѣйствіе газа или вообще промежуточной среды, черезъ которую они передаются.

Цвѣтъ электрической искры, или вольтовой дуги, (т. е. пламени, появляющаго между конечными точками сильной гальванической батареи) зависитъ отъ металла полюса и видоизмѣняется отчасти окружающею средою; такъ: электрическая искра или дуга цинка—голубая, серебра—зеленая, желѣза—красная съ искрами; но это тѣ самые цвѣта, которые даютъ эти металлы при обыкновенномъ горѣніи. Замѣчено также, что немного металла на самомъ дѣлѣ переносится съ одного полюса на другой при каждомъ электрическомъ или гальваническомъ разряженіи: въ послѣднемъ случаѣ, — гдѣ количество матеріи, подвергающееся дѣйствію электричества, значительнѣе, нежели въ первомъ,—металлическія частицы, отдѣляемыя электродами, легко могутъ быть собраны, изслѣдованы, даже взвѣшены. Такимъ образомъ, обнаруживается, что электрическое разряженіе происходитъ, покрайней мѣрѣ частью, отъ дѣйствительнаго отталкиванія и отдѣленія самой наэлектризованной матеріи, отрываемой отъ точекъ наименьшаго сопротивленія.

Тщательное изслѣдованіе явленій электрической искры или вольтовой дуги, изъ которыхъ послѣдняя есть непрерывное электрическое разряженіе, дѣйствующее на большую часть мате-

ріи, значительно измѣняетъ наши первоначальныя понятія о сущности электрической силы, какъ производительницы накаливанія и горѣнія. Вольтова дуга, не есть, можетъ быть, въ строгомъ смыслѣ, ни накаливаніе, ни горѣніе. Она не простое накаливаніе, потому что матерія конечныхъ точекъ не только приходитъ въ раскаленное состояніе, но физически отдѣляется и отчасти переносится съ одного электрода на другой, при чемъ большая часть ея разсѣевается въ видѣ паровъ. Она—не горѣніе, потому что является независимо отъ атмосфернаго воздуха, кислорода, или всякаго другаго вещества, обыкновенно называемаго поддерживателемъ горѣнія; горѣніе же есть химическое соединеніе, сопровождаемое свѣтомъ и теплотою. Въ вольтовой дугѣ мы можемъ и не получить химическаго соединенія; такъ если производить опытъ въ безвоздушномъ, или наполненномъ азотомъ, стеклянномъ сосудѣ, вещество электродовъ сгущается и осаждается на верхней поверхности сосуда въ состояніи, неизмѣненномъ химически. Чтобъ привести вполнѣ разительный примѣръ, возьмемъ слѣдующій случай: если гальваническое разряженіе производится между цинковыми концами въ пустомъ сосудѣ, на стѣнкахъ сосуда осаждается мелкій, черный порошекъ цинка, который можно собрать; отъ простаго прикосновенія зажженной спички или раскаленной проволоки онъ легко воспламеняется въ воздухѣ и быстро сгораетъ, обращаясь въ бѣлую окись цинка. Обыкновенному наблюдателю покажется, что цинкъ сожженъ два раза: сначала въ пустомъ сосудѣ, гдѣ явленіе представляло всѣ признаки горѣнія, потомъ въ воздухѣ, дѣ онъ въ самомъ дѣлѣ сгораетъ. Подобное же явленіе представляетъ намъ опытъ съ желѣзомъ. Вольтовою дугой желѣзо превращается въ паръ въ азотѣ или въ пустомъ пространствѣ; когда на

стеклѣ сосуда осадится едва замѣтный слой желѣзной пыли, ее смываютъ растворомъ какой нибудь кислоты; при обработкѣ полученнаго такимъ образомъ раствора желѣзисто-синеродистымъ каліемъ, образуется берлинская лазурь. Въ этомъ случаѣ мы на самомъ дѣлѣ перегоняемъ желѣзо, металлъ, который, обыкновеннымъ образомъ, плавится только при весьма высокой температурѣ.

Другое сильное доказательство, что гальваническое разряженіе состоитъ изъ той же самой матеріи, изъ которой состоятъ концы электродовъ, заключается въ особенномъ вращеніи, замѣчаемомъ въ свѣтѣ дуги, когда для электродовъ употребляется желѣзо. Магнитный характеръ этого металла приводитъ его частицы въ вращательное движеніе, подъ вліяніемъ гальваническаго тока.

Съ увеличеніемъ числа элементовъ гальванической баттареи увеличиваются длина дуги и напряженность тока или его способность преодолѣвать встрѣчаемыя сопротивленія. Если баттарея состоитъ изъ небольшаго числа, напримѣръ изъ ста элементовъ, разряженіе не произойдетъ безъ предварительнаго прикосновенія полюсовъ; но если увеличить число паръ до 400 и 500, разряженіе перескочитъ отъ одного полюса къ другому и безъ ихъ прикосновенія. Различіе между франклиновымъ электричествомъ, производимымъ обыкновенной электрической машиной, и вольтовымъ электричествомъ, производимымъ обыкновенной гальванической баттареей, состоитъ въ томъ, что первое имѣетъ большую напряженность, т. е. большую способность къ преодолѣнію сопротивленій, но за то оно дѣствуетъ на гораздо меньшее количество матеріи. Если же гальваническую баттарею устроить такъ, что увеличится напряженность тока и уменьшится количество матеріи,—явленія производимыя ею

будутъ болѣе похожи на получаемыя отъ электрической машины. Для осуществленія этого, уменьшаютъ размѣры пластинокъ батареи и слѣдовательно количество матеріи, на которую дѣйствуютъ въ каждомъ элементѣ, но увеличиваютъ число паръ. Такимъ образомъ, если каждую пластинку изъ сотни паръ раздѣлить на двѣ и устроить батарею такъ, чтобы она состояла изъ 200 паръ, изъ которыхъ каждая вдвое меньше начальной пары, то количественныя дѣйствія уменьшатся, но напряженность увеличится. Продолжая такое дробленіе, т. е. уменьшеніе размѣровъ и увеличиваніе числа паръ, какъ это бываетъ въ вольтовыхъ столбахъ Делюка и Замбони, дойдемъ окончательно до явленій, подобныхъ явленіямъ франклинова электричества и, такимъ образомъ, мы можемъ постепенно перейти отъ вольтовой дуги къ искрѣ, или къ электрическому разряженію.

Цвѣтъ этого разряженія, какъ уже было упомянуто, зависитъ отчасти отъ свойствъ конечныхъ точекъ или полюсовъ. Если полюсы тщательно отполированы, то въ точкахъ, гдѣ произошло разряженіе, замѣтно пятно, даже въ случаѣ слабой электрической искры. Въ этомъ случаѣ, вещество полюсовъ само подвергается дѣйствію и передача этого вещества черезъ промежуточное пространство доказывается отложеніемъ на одномъ изъ полюсовъ едва замѣтнаго количества металла или вещества, изъ котораго состоитъ другой полюсъ.

Если перемѣнить газъ или упругую среду между полюсами, то произойдетъ измѣненіе въ длинѣ или цвѣтѣ разряженія; этимъ доказывается дѣйствіе промежуточной матеріи. Съ уменьшеніемъ плотности газа — видоизмѣняется послѣдовательно и электрическое разряженіе, искра постепенно принимаетъ видъ свѣтящагося снопа, или разсѣяннаго свѣта,

различнаго по цвѣту въ различныхъ газахъ и способнаго распространяться на большее разстояніе, нежели въ воздухѣ обыкновенной плотности. Такимъ образомъ, въ чрезвычайно рѣдкомъ воздухѣ разряженіе можетъ передаваться черезъ разстояніе около шести или семи футовъ, тогда какъ въ воздухѣ обыкновенной плотности длина его не превзойдетъ одного дюйма. Наблюдатель, разсматривающій прекрасное явленіе разряженія электричества въ разрѣженномъ газѣ, похожее до нѣкоторой степени на сѣверное сіяніе и потому названное электрическимъ сіяніемъ, нѣсколько затруднился бы приписать подобное явленіе дѣйствію обыкновенной матеріи. Количество газа чрезвычайно мало и, при поверхностномъ наблюденіи, электроды не представляютъ никакого измѣненія даже послѣ продолжительнаго опыта. Поэтому неудивительно, что первые наблюдатели этого и подобныхъ тому физическихъ явленій смотрѣли на электричество, какъ на нѣчто само по себѣ существующее, какъ на самостоятельную жидкость. Но даже въ этомъ крайнемъ случаѣ, болѣе внимательное наблюденіе показало нѣкоторыя измѣненія и въ газѣ, и въ электродахъ. Положимъ, что одинъ изъ электродовъ состоитъ изъ весьма тщательно отполированнаго металла (серебряная пластинка въ этомъ случаѣ лучше всего) и пусть разряженіе въ самомъ разрѣженномъ воздухѣ переходитъ съ точки, напримѣръ, съ острія обыкновенной швейной иголки на эту полированную серебряную пластинку. Противъ острія иголки пластинка видимо измѣняется; она окисляется и тускнѣетъ все болѣе и болѣе, по мѣрѣ того, какъ продолжается разряженіе.

Если перемѣнить газъ и замѣнить воздухъ сильно разрѣженнымъ водородомъ, оставивъ всѣ другія условія неизмѣненными, то при продолженіи прежняго разряженія электриче-

ства, окись сходитъ съ пластинки и полировка, большею частію, возстановляется; конечно — не совершенно, потому что серебро изъѣдено окисленіемъ и часть, на которую дѣйствовало разряженіе, представитъ видъ нѣсколько различный отъ вида остальной пластинки.

Вѣроятно у читателя возникнетъ вопросъ: въ чемъ состояло бы дѣйствіе, если бы не было окисляющей среды и опытъ производился бы съ самаго начала въ разрѣженномъ газѣ, который не обладаетъ способностью химически дѣйствовать на пластинку? И въ этомъ случаѣ произошло бы частичное измѣненіе или разъединеніе частицъ пластинки; часть, подвергнутая дѣйствію разряженія, представитъ видъ различный отъ окружающихъ ее мѣстъ; на ней появится бѣловатый слой, нѣсколько схожій по цвѣту на слой ртути на дагеротипной пластинкѣ. Если газъ сложный, напримѣръ, окись углерода, или смѣсь кислорода и водорода, а слѣдовательно содержитъ элементы способные производить окисленіе и возстановленіе, дѣйствіе на пластинку зависитъ отъ ея электричества: положительно ли оно — или отрицательно; въ первомъ случаѣ, произойдетъ окисленіе; во второмъ — возстановленіе металла изъ окиси, если она существуетъ. Въ весьма разрѣженномъ атмосферномъ воздухѣ произойдетъ тоже дѣйствіе, и его трудно объяснить по-мимо молекулярной поляризаціи сложнаго газа. Если электродъ заостренъ и сдѣланъ изъ вещества, неподверженнаго химическому дѣйствію газа, можно замѣтить разъединеніе его частицъ отъ дѣйствія электрической искры.

Такъ, если тонкая платиновая проволока плотно вставлена въ стеклянную трубку и конецъ трубки отшлифованъ наравнѣ съ концомъ проволоки такъ, что выдается только поперечное сѣченіе послѣдней, и если черезъ это сѣченіе про-

исходитъ, въ теченіи нѣкотораго времени, электрическое разряженіе, то проволока покажется какъ бы изъѣденною и ея конецъ замѣтно укоротится сравнительно съ концомъ трубки. Если же это разряженіе происходитъ въ газѣ, заключенномъ въ узкой трубкѣ, то на частяхъ ея, окружающихъ конецъ проволоки, появляется налетъ или слой осадка платины.

Недавно открыто мною еще одно любопытное явленіе электрическаго разряженія въ разрѣженныхъ средахъ, а именно: если разряженіе происходитъ между полюсами извѣстной формы, напримѣръ, между полированной пластинкой и перпендикулярной къ ней платиновой проволокой, то замѣтны различныя попеременныя фазы разряженія; такъ что, вмѣсто простаго значка, на полированной пластинкѣ появляется рядъ концентрическихъ колецъ.

Пристлэ замѣтилъ, что при разряженіи Лейденской баттареи образуются на конечныхъ пластинкахъ кольца изъ шариковъ расплавленнаго металла; при опытахъ, произведенныхъ мною въ разрѣженной средѣ, кольца состояли изъ очередующихся окисленныхъ и неокисленныхъ поясовъ. Такимъ образомъ, если пластинка полирована, цвѣтныя кольца окиси перемежаются съ кольцами полированной или неокисленной поверхности; если же она предварительно покрыта равномѣрнымъ слоемъ окиси,—окись сходитъ съ однихъ колецъ и увеличивается на другихъ, перемежающихся съ первыми; это показываетъ поперемѣнное дѣйствіе положительнаго и отрицательнаго электричества, или существованіе электричества съ противоположными характерами въ одномъ и томъ же разряженіи.

Было бы слишкомъ поспѣшно утверждать, что прерывное электрическое разряженіе ни въ какомъ случаѣ не можетъ

произойти безъ дѣйствія на полюсы; но я, впрочемъ, никогда не видалъ разряженія безъ такого дѣйствія, если только опытъ былъ достаточно продолжителенъ и полюсы находились въ состояніи, способномъ обнаружить самыя легкія измѣненія.

Ближайшій вопросъ, вытекающій изъ разсмотрѣнныхъ нами изслѣдованій вѣроятно будетъ таковъ: въ чемъ состоитъ дѣйствіе разряженія на самый газъ; измѣнился ли онъ какъ нибудь?

Въ отвѣтъ на это нужно сказать, что, при настоящемъ состояніи нашихъ опытныхъ знаній объ этомъ предметѣ, только нѣкоторые газы обнаруживаютъ остающіеся слѣды измѣненій отъ дѣйствія на нихъ разряженія; тогда какъ другіе, если и подвергаются этому дѣйствію, что по многимъ причинамъ нужно предположить, то немедленно послѣ разряженія возвращаются въ свое первоначальное состояніе.

Къ первымъ мы можемъ отнести многіе сложные газы, каковы: амміакъ, маслородный газъ, окись и перекись азота и другіе, которые были разложены электрическимъ разряженіемъ. Разряженіе можетъ также произвести химическое соединеніе многихъ газообразныхъ смѣсей, напримѣръ, кислородъ и водородъ соединяются и образуютъ воду; обыкновенный воздухъ —азотную кислоту; смѣсь хлора и водяныхъ паровъ даетъ хлористоводородную кислоту, выдѣляя кислородъ и соединяя хлоръ съ водородомъ воды.

Но кромѣ того, и въ нѣкоторыхъ простыхъ газахъ находимъ остающіеся слѣды дѣйствія на нихъ электричества. Такъ, кислородъ обращается отчасти въ озонъ—вещество, принимаемое въ настоящее время за аллотропическое видоизмѣненіе кислорода. По нѣкоторымъ причинамъ можно принять, что газъ, претерпѣвая подобныя измѣненія, пріобрѣтаетъ извѣстныя полярныя свойства; что опредѣленныя части его подвер-

гаются дѣйствію разряженія и въ извѣстномъ смыслѣ одна часть кислорода временно становится въ такое же отношеніе къ другой, въ какомъ находится водородъ къ обыкновенному кислороду. Если разряженіе совершается черезъ пары фосфора, заключенные въ безвоздушномъ пространствѣ подъ колоколомъ хорошаго воздушнаго насоса, то внутри колокола осаждается слой фосфора въ аллотропическомъ состояніи, что обнаруживаетъ подобныя же измѣненія какъ и въ кислородѣ. Кромѣ того, въ этомъ случаѣ, появляется въ самомъ разряженіи рядъ поперечныхъ полосокъ или слоевъ;—что очевидно показываетъ значительное измѣненіе въ физическомъ характерѣ разряженія, зависящемъ отъ промежуточной среды. Я первоначально наблюдалъ эти явленія въ 1852 году, потомъ занимались ими физики континента, и особенно Гассіо; но до сихъ поръ еще нѣтъ удовлетворительнаго теоретическаго объясненія этихъ явленій.

Многіе газы не обнаруживаютъ никакихъ измѣненій при электрическомъ разряженіи, или (что всего вѣроятнѣе) эти измѣненія до сихъ поръ еще не открыты. Но даже и въ этихъ газахъ видно различіе въ цвѣтѣ, длинѣ или въ положеніи темныхъ мѣстъ разряженія; откуда можемъ заключить, что оно различно въ различныхъ средахъ. Никто никогда не находилъ, чтобы разряженіе само по себѣ увеличивало или уменьшало вѣсъ вещества, подвергнутаго его дѣйствію; никому не случалось видѣть электрическую жидкость, а только самыя электрическія явленія; объ нихъ-то можемъ дать себѣ отчетъ по измѣненіямъ, производимымъ разряженіемъ въ веществѣ, подвергнутомъ его дѣйствію.

Здѣсь, какъ и вездѣ, я употреблялъ выраженія: матерія, на которую дѣйствуетъ разряженіе и тому подобныя, въ ихъ

обыкновенномъ смыслѣ, хотя, по принятому мною взгляду, самое то разряженіе и есть дѣйствіе матеріи. Употребленіе мною этихъ выраженій очевидно доказываетъ, покрайней мѣрѣ мнѣ, зависимость идей отъ словъ, ибо для выраженія мнѣнія, различнаго отъ принятаго, необходимо прибѣгать къ словамъ, выражающимъ именно это принятое мнѣніе.

Перейдемъ теперь къ явленіямъ передачи электричества черезъ лучшіе проводники, каковы—металлы и уголь. Хотя мы и не можемъ, въ настоящее время, точно опредѣлить характеръ движенія частицъ, но многіе опыты показываютъ, что и въ этихъ тѣлахъ, отъ дѣйствія электричества, происходятъ нѣкоторыя измѣненія.

Разрядивъ Лейденскую банку или баттарею платиновою проволокою, не подверженною другимъ дѣйствіямъ и на столько толстою, чтобъ разряженіе ее не расплавило, мы найдемъ, что она укоротилась; въ ней произошло частичное измѣненіе отъ силы, дѣйствовавшей, по видимому, перпендикулярно къ ея длинѣ. При продолжительномъ разряженіи, проволока постепенно стягивается въ маленькіе неправильные узлы или извилины. Тоже самое повторяется и отъ гальваническаго электричества: если помѣстить платиновую проволоку въ фарфоровый желобокъ, такъ чтобы при плавленіи она могла удержать первоначальное положеніе и потомъ накалить посредствомъ гальванической баттареи, то достигнувъ точки плавленія, она распадается на части, положеніе которыхъ показываетъ сокращеніе по направленію длины и слѣдовательно, растяженіе, увеличиваніе въ поперечномъ направленіи. Повторивъ тотъ же опытъ съ свинцовой проволокою, которую можно гораздо легче удерживать въ расплавленномъ состояніи, мы увидимъ, что проволока распадается въ узелки, которые сдавли-

ваются между собою, подобно мягкимъ четкамъ на снуркѣ, приплюснутымъ по длинѣ.

Увеличивая въ этихъ опытахъ толщину проволоки, безъ измѣненія силы тока, мы уменьшаемъ осязаемость производимаго дѣйствія; но и въ этомъ случаѣ мы можемъ утверждать, что передача электричества сопровождается частичнымъ измѣненіемъ: проволоки тѣмъ меньше нагрѣваются, чѣмъ больше ихъ толщина. Увеличивая чувствительность употребляемыхъ приборовъ по мѣрѣ ослабленія теплородныхъ дѣйствій, мы можемъ всегда обнаруживать возрастаніе температуры, сопровождающее передачу электричества; а вездѣ, гдѣ есть возвышеніе температуры, необходимо должно происходить расширеніе или измѣненіе положенія частицъ.

Кромѣ того, извѣстно, что проволоки служившія долгое время проводниками электричества, каковы проволоки громоотводовъ, измѣняютъ свое строеніе и становятся хрупкими. Впрочемъ, нельзя вполнѣ довѣряться подобнымъ наблюденіямъ, хотя и сдѣланнымъ весьма искуснымъ физикомъ Пельтье, потому что въ этихъ случаяхъ не были достаточно взяты въ разсчетъ дѣйствія атмосферы, измѣненія температуры и т. д.; но существуютъ другіе опыты, доказывающіе, что упругость металловъ измѣняется отъ прохожденія электрическаго тока.

Такъ Вертгеймъ рядомъ тщательныхъ опытовъ доказалъ, что во время передачи проволоками электрическаго тока, въ нихъ происходитъ временное измѣненіе коэфиціента упругости, независимое отъ теплороднаго дѣйствія тока.

Дюфуръ сдѣлалъ значительное число опытовъ, чтобы удостовѣриться въ существованіи постояннаго измѣненія въ металлахъ отъ вліянія электричества. Онъ пришелъ къ странному открытію, что въ мѣдной проволокѣ, черезъ которую въ теченіи нѣ-

скольких дней, пропускается слабый ток, чувствительно уменьшается тягучесть, тогда как въ желѣзной проволокѣ тягучесть отъ этого увеличивается; и что эти явленія гораздо замѣтнѣе, если проволоки подвергать дѣйствію электричества въ теченіи долгаго времени (19-ти дней), нежели въ теченіи короткаго (4-хъ дней). Мѣдная проволока въ его опытѣ была не совершенно чиста, такъ что дѣйствіе, хотя отчасти, могло зависѣть отъ примѣси; въ желѣзѣ же, вѣроятно, магнитный характеръ металла видоизмѣнялъ нѣсколько дѣйствіе, что и можетъ служить разъясненіемъ противоположности явленій, замѣченныхъ въ обоихъ металлахъ.

Матеучи, производя опыты надъ проводимостью электричества въ висмутѣ въ направленіяхъ перпендикулярныхъ и паралельныхъ главной плоскости спайности, нашелъ, что висмутъ проводитъ электричество и теплоту лучше по направленію этой плоскости, нежели поперегъ ее.

Много другихъ опытовъ произведено надъ возбужденіемъ термоэлектрическихъ токовъ между двумя кусками одного и того же кристаллическаго металла, но расположенными плоскостями кристаллизаціи по разнымъ направленіямъ относительно одна другой; а также надъ различіями проводимости теплоты и электричества въ различныхъ направленіяхъ относительно плоскости кристаллиціи.

Найдено сверхъ того, что малѣйшее различіе въ однородности въ одномъ и томъ же кускѣ металла производитъ при нагрѣваніи термо-электрическій токъ, и что металлы въ расплавленномъ состоянія, въ которомъ ихъ можно принимать за однородные во всѣхъ частяхъ, не даютъ ни какого тока: такъ прикосновеніе теплой ртути къ холодной, какъ показалъ Матеучи, не возбуждаетъ термоэлектрическаго тока, точно так-

же и прикосновеніе неодинаково нагрѣтыхъ частей расплавленнаго висмута.

Этотъ фактъ, что строеніе или молекулярное расположеніе тѣлъ обусловливаетъ, я могу даже сказать, опредѣляетъ ихъ проводящую способность, вовсе не объясняется теоріею жидкостей; но если принять электричество какъ передачу силы или движенія, то вліяніе частичнаго строенія объяснится само собою. Углеродъ въ прозрачномъ кристаллическомъ состояніи, въ видѣ алмаза, худшій изъ всѣхъ извѣстныхъ проводниковъ; тогда какъ въ непрозрачномъ аморфномъ состояніи, въ видѣ графита или угля, онъ одинъ изъ лучшихъ проводниковъ; итакъ, въ одномъ состояніи онъ пропускаетъ свѣтъ и останавливаетъ электричество, въ другомъ онъ передаетъ электричество и удерживаетъ свѣтъ.

Замѣчательно, что расположеніе частицъ, способствующее передачѣ свѣта, т. е. прозрачности тѣла, весьма неблагопріятно для передачи электричества: прозрачные тѣла самые несовершенные проводники электричества; такимъ же образомъ всѣ газы легко пропускаютъ свѣтъ, но считаются худшими проводниками электричества, если только ихъ можно назвать проводниками. Различіе проводимости электричества разнородными тѣлами вообще разсматривается по степенямъ, т. е. какъ количественное а не качественное различіе. Такъ, металлы причисляютъ къ лучшимъ проводникамъ, уголь къ посредственнымъ, воду и другія жидкости къ худымъ и т. д. Но, на самомъ дѣлѣ, если способъ передачи электричества двумя металлами одинъ и тотъ же, и различіе только въ степени, то при сравненіи металловъ съ электропроводящими жидкостями, а послѣднихъ съ газами—оказывается различіе въ молекулярныхъ дѣйствіяхъ.

Разрѣженные газы въ одномъ отношеніи можно разсматривать какъ не проводники, въ другомъ какъ проводники; такъ, напримѣръ, раздвинутые электричествомъ листочки золота, въ обыкновенномъ воздухѣ, скоро снова сближаются, тогда какъ въ сильно разрѣженномъ воздухѣ или, какъ обыкновенно говорятъ, въ пустотѣ воздушнаго насоса, они остаются отклоненными цѣлые дни. Однако электричество, при извѣстной степени напряженія, легко проходитъ черезъ рѣдкій воздухъ и съ трудомъ черезъ воздухъ обыкновенной плотности. Кромѣ того, когда полюсы доведены до видимаго каленія, замѣчаются признаки передачи слабаго электричества и черезъ газы; но подобныхъ явленій при низкой температурѣ не замѣчено. Все это подтверждаетъ мнѣніе, что внутри газовъ, электричество передается перескакиваніемъ искры, или разрывающимъ разряженіемъ, а не такъ, какъ оно проводится въ металлахъ или электролизическихъ жидкостяхъ.

Разсматривая обыкновенныя явленія притяженія и отталкиванія наэлектризованныхъ тѣлъ, какъ дѣйствія перемѣны въ состояніи или отношеніяхъ возбужденной матеріи, мы встрѣчаемъ при объясненіи ихъ не больше затрудненій, какъ и при объясненіи притяженія земли солнцемъ или тяжелаго тѣла землею. Если для послѣднихъ явленій излишня теорія жидкостей, то она не необходима и для первыхъ. Какъ происходятъ явленія, такъ называемаго притяженія? Это до сихъ поръ тайна. Вотъ что говоритъ Ньютонъ: „то, что я называю притяженіемъ, можетъ быть производимо толчкомъ или другимъ, неизвѣстнымъ мнѣ, способомъ. Я пользуюсь словомъ притяженія только для обозначенія вообще всякой силы, производящей взаимное стремленіе тѣлъ другъ къ другу, какова бы ни была причина этого“. Если мы допустимъ, что жид-

кость производитъ притяженіе и отталкиваніе, то эта самая жидкость должна толкать или увлекать за собою матерію: такъ, когда мы чувствуемъ струю воздуха, отбрасываемую отъ наэлектризованной металлической точки, каждая частица воздуха, прикасавшаяся къ этой точкѣ, отбрасывается; на ея мѣсто становится другая и отбрасывается въ свою очередь; какъ можно объяснить это дѣйствіемъ гипотетической жидкости? Если мы примемъ, что гипотетическая жидкость отталкивается само собою, или что одноименныя электричества взаимно отталкиваются, мы должны идти дальше и принять, что они не только отталкиваютъ другъ друга, но сообщаютъ эти толчки и частицамъ воздуха, или увлекаютъ ихъ съ собою. Не проще ли допустить, что обыкновенное равновѣсіе между частицами воздуха нарушается электрической силой или силой, сообщенной имъ по опредѣленному направленію, и вслѣдствіе того частицы одна за другою удаляются отъ острія? При увеличеніи этой силы отталкиваются отъ острія не только частицы прикасающагося воздуха, но и крайнія частицы металла, вслѣдствіе нарушеннаго между ними сцѣпленія; и эти-то отброшенныя тончайшія металлическія частицы и могутъ образовать вполнѣ, или отчасти, электрическую искру или кисть.

Такое объясненіе до нѣкоторой степени очевидно, хотя не можетъ еще считаться за доказанное. Подобное же явленіе происходитъ, безъ сомнѣнія, при дѣйствіи гальваническаго тока на остріе, погруженное въ жидкость; такъ отъ погруженныхъ въ воду металлическихъ полюсовъ сильной батареи, сильно открывается металлъ или окись металла, и въ точкѣ разрыва возбуждается значительная теплота.

Обращаясь теперь къ дѣйствію электричества въ животной экономіи, находимъ, что первое раціональное объясненіе

судорожныхъ движенiй производимыхъ передачей электричества чрезъ живое или недавно убитое животное состояло въ предположенiи, что само электричество, какъ нѣчто вещественное, быстро проходя черезъ тѣло, пораждало эти сокращенiя; но теперь мало по малу мы приходимъ къ убѣжденiю, что при этихъ явленiяхъ возбуждаются послѣдовательно одна за другою частицы нервовъ и мускуловъ. Такимъ образомъ, сокращенiя препарованной ноги лягушки появляются въ началѣ прохожденiя по ней гальваническаго тока, прекращаются по прошествiи нѣкотораго времени, хотя токъ все еще проходитъ по ногѣ и снова возобновляются въ моментъ прерыванiя тока, т. е. когда токъ перестаетъ проходить по ней. Сверхъ того, возбуждаемость нерва или его способность производить мускульныя сокращенiя ослабляется или уничтожается отъ передачи электричества по одному направленiю, и увеличивается отъ передачи по противоположному; этимъ доказывается, что волокно или вещество нерва измѣняется въ соотвѣтствующемъ отношенiи съ другими явленiями электричества.

Однѣ части мускула и нерва представляютъ различныя электрическiя состоянiя относительно другихъ частей того же мускула или нерва; такъ, наружная часть мускула также относится къ внутренней, какъ въ гальванической батареѣ—платина къ цинку; чувствительный мультипликаторъ, соединенный съ внутренними и внѣшними частями нерва, обнаруживаетъ присутствiе электричества. Матеучи показалъ, что изъ кусочковъ мускула можно составить вольтовъ столбъ, складывая эти кусочки такъ, чтобы внутренняя часть однаго касалась внѣшней части сосѣдняго.

Наконецъ, магнитныя явленiя, производимыя электричествомъ, также обнаруживаютъ измѣненiе въ частичномъ строенiи

намагничиваемаго тѣла, какъ это мы увидимъ въ главѣ о магнетизмѣ.

Я послѣдовательно разсмотрѣлъ всѣ извѣстные виды электрическихъ явленій; и на сколько могу судить, въ нихъ нѣтъ ни одного, въ которомъ бы нельзя было обнаружить частичнаго измѣненія, покрайней мѣрѣ при внимательнѣйшемъ изслѣдованіи и со средствами, способными обнаружить малѣйшія измѣненія. Такимъ образомъ, дѣйствія электричества намъ извѣстны только какъ измѣненія обыкновенной матеріи, исключая развѣ тѣ случаи, когда дѣйствію его подвергнуто безконечно малое количество матеріи и намъ недостаетъ точныхъ способовъ для изслѣдованія. Мнѣ кажется, также легко представить себѣ эти измѣненія производимыми силой дѣйствующей по опредѣленному направленію, какъ и представить себѣ ихъ производимыми жидкостью, неимѣющею независимаго или осязаемаго существованія и которая, какъ это необходимо допустить, соединена съ силой или производитъ силу, дѣйствующую на обыкновенную матерію, т. е. на матерію совершенно другаго рода, нежели сама жидкость. При послѣдовательномъ разборѣ теоріи гипотетической жидкости, идея этой жидкости постепенно уничтожается сама собой и переходитъ мало по малу въ идею силы. Гипотеза невѣсомой матеріи уже сама по себѣ служитъ роковымъ опроверженіемъ теоріи электрическихъ жидкостей, а это опроверженіе совершенно устраняется, если разсматривать электричество какъ силу, а не какъ матерію.

Тѣмъ, которые будутъ утверждать, что разсмотрѣнныя нами явленія все таки могутъ производиться жидкостью, и что эта жидкость въ извѣстныхъ случаяхъ дѣйствуетъ на обыкновенную матерію, поляризуя ее, или располагая ея частицы по опредѣленному направленію, тогда какъ въ другихъ случаяхъ,

вслѣдствіе своей притягательной или отталкивательной способности, она уноситъ эти частицы съ собою,—мы возразимъ, что если эта жидкость никакими средствами не можетъ быть открыта отдѣльно отъ тѣлъ, если она обнаруживается только измѣненіями, производимыми ею въ вѣсомой матеріи, то слова жидкость и сила становятся тождественными, и мы можемъ сказать, что притяженіе вслѣдствіе тяготѣнія или вѣсъ тѣлъ причиняется точно также жидкостью, какъ электрическія измѣненія.

Обыкновенно говорятъ: зданіе „разрушено", окно „разбито", металлъ „расплавленъ" или „улетученъ" электрическою „жидкостью"; но непоказались ли бы намъ нелѣпостью подобныя выраженія, еслибъ они не были освящены привычкой. Ни въ одномъ изъ поврежденій, произведенныхъ электричествомъ, не замѣчено и слѣда жидкости; такъ называемый сѣрный запахъ зависитъ или отъ озона, развивающагося при дѣйствіи электричества на атмосферный воздухъ, или отъ паровъ какого нибудь вещества, улетучиваемаго электричествомъ. Съ другой стороны, кажется болѣе согласнымъ съ опытомъ разсматривать эти явленія, какъ дѣйствія силы, тѣмъ болѣе, что мы имѣемъ подобныя же явленія отъ другихъ извѣстныхъ силъ и для объясненія ихъ никто не вздумалъ бы прибѣгать къ помощи гипотетической жидкости. Напримѣръ, стекло можетъ быть разбито электрическимъ разряженіемъ, точно также какъ и звуковыми сотрясеніями; наэлектризованные или намагниченные металлы могутъ издавать звукъ, точно также какъ они издаютъ его отъ удара, или отъ дѣйствія на нихъ близкаго тона, созвучнаго съ ихъ тономъ, т. е. имѣющаго съ ними одинаковое время колебанія.

Даже и химическое разложеніе, при слабомъ сродствѣ,

можетъ производиться чисто механическими дѣйствіями; Бэкерель собралъ нѣсколько примѣровъ подобнаго разложенія. Соединенія, составныя части которыхъ удерживаются слабымъ сродствомъ, какъ напримѣръ іодистый азотъ и т. п., разлагаются даже отъ сотрясеній звука.

Принять электричество за движеніе эфира также трудно какъ и за жидкость или за особенную невѣсомую матерію. Допустимъ, что эфиръ проникаетъ въ поры всякаго тѣла, но проводникъ ли онъ или непроводникъ? Если непроводникъ, т. е. не можетъ передавать электрическихъ волнъ, гипотеза эфира неизбѣжно падаетъ. Если же движеніе эфира и есть то, что мы называемъ проводимостью, то наиболѣе пористыя тѣла, т. е. наиболѣе проницаемыя для эфира, должны быть и лучшими проводниками; но въ дѣйствительности этого нѣтъ. Если же металлъ и окружающій его воздухъ оба проникнуты эфиромъ, то какимъ образомъ электрическая волна можетъ дѣйствовать на эфиръ въ металлѣ, не трогая его въ газѣ? Для поддержанія эфирной гипотезы электричества нужно внести въ нее много другихъ прибавочныхъ и трудносогласимыхъ гипотезъ.

Разбиваніе и превращеніе въ порошокъ непроводящаго тѣла, плавленіе или улетучиваніе металлической проволоки электрическимъ разряженіемъ — одинаково трудно объяснить и гипотезой эфирныхъ сотрясеній и гипотезою жидкостей; тогда какъ эти же явленія суть неизбѣжные результаты внезапнаго измѣненія частичной поляризаціи или неправильнаго сотрясательнаго движенія самой матеріи. Подобныя же явленія можно замѣтить и при звуковыхъ сотрясеніяхъ, гдѣ они зависятъ отъ такъ называемой проводимости или непроводимости звука. Одно тѣло легко передаетъ звукъ, другое оста-

навливаетъ, или, какъ говорятъ, заглушаетъ его, т. е. разсѣеваетъ его колебанія, вмѣсто того, чтобъ продолжать ихъ по первоначальному направленію; и твердыя тѣла, какъ уже было упомянуто, могутъ разбиться отъ внезапной звуковой волны, когда ихъ частицы не въ состояніи равномѣрно передавать волнообразныхъ движеній.

Исторія постепенныхъ успѣховъ физики можетъ объяснить намъ до извѣстной степени, почему физики первоначально занимавшіеся электричествомъ приняли теорію жидкостей.

Когда древніе встрѣчали явленіе природы, выходившее изъ ряда обыкновенныхъ и необъяснимое никакими, извѣстными имъ, механическими дѣйствіями, они приписывали его духу, мистической или сверхъестественной силѣ. Такимъ образомъ Ѳалесъ признавалъ душу въ янтарѣ и магнитѣ; а Парацельзъ отправленія пищеваренія, питанія и т. д. приписывалъ дѣйствію какого-то духа (Archaeus). Воздухъ и газы принимались сначала тоже за духовныя существа, но мало по малу они получили характеръ матеріальности; и слово «gas» (газъ), произведенное изъ слова «geist» (духъ), представляетъ намъ примѣръ постепеннаго перехода отъ сверхъестественныхъ теорій къ естественнымъ.

Доказательство Торичелли вѣсомости воздуха и газовъ показало, что предметы считавшіеся невещественными и существенно отличными отъ вѣсомой матеріи, обладали свойствами этой матеріи. Вслѣдствіе этого, объясненія явленій значительно утратили суевѣрный характеръ и въ настоящее время упругія жидкости, т. е. газы, разсматриваются во многихъ своихъ дѣйствіяхъ какъ сходныя съ капельными жидкостями т. е. съ жидкостями въ обыденномъ значеніи этого слова. Но вѣрованіе въ существованіе другихъ жидкостей, на столь-

ко отличныхъ отъ воздуха, на сколько онъ отличенъ отъ воды, продолжало расти, и для объясненія каждаго новаго явленія и его отношенія къ другимъ, прибѣгали къ гипотетической жидкости. Разъ завладѣвъ идеею жидкости, умъ скоро облекъ ее необходимымъ могуществомъ и свойствами и на мнимомъ основаніи развилъ громадныя теоріи.

Говоря это, я совсѣмъ не думаю выражать мнѣніе, что успѣхи теоріи, разсматриваемые съ исторической точки зрѣнія, слѣдуютъ точно, шагъ за шагомъ, за открытіями, содѣйствующими измѣненію направленія теоріи. Иногда открытіе предшествуетъ перемѣнѣ въ общемъ теченіи идей, но иногда оно и слѣдуетъ за ней, чаще же всего, вѣроятно, они случаются одновременно, т. е. открытіе является результатомъ направленія эпохи и безостановочнаго улучшенія наблюдательныхъ методовъ, и, съ своей стороны, укрѣпляетъ и расширяетъ направленіе приведшее къ нему. Я думаю, что постепенное усовершенствованіе физическихъ наукъ шло именно упомянутымъ путемъ, и что постепенное накопленіе открытій, въ послѣднее время, указывающихъ намъ на явленія, которыя могутъ быть произведены одними динамическими причинами, быстро влечетъ насъ къ общей динамической теоріи, въ которой совершенно исчезнутъ теоріи невѣсомыхъ жидкостей.

Принимая электричество, какъ первоначальную силу, мы встрѣчаемъ различнаго рода движенія непосредственно производимыя имъ, напримѣръ: притяженіе и отталкиваніе тѣлъ въ подвижныхъ электрометрахъ, каковъ Котбертсона, гдѣ приводятся въ движеніе значительныя массы; вращеніе колеса, другой видъ электрическаго отталкиванія, отклоненіе стрѣлки въ гальванометрѣ,—все это формы осязаемаго, видимаго движенія.

Изъ основной мысли этого сочиненія слѣдуетъ, что когда электричество производитъ какую нибудь механическую работу, которая не возвращается машинѣ, то электрическая сила истрачивается пропорціонально работѣ. Приводить здѣсь математическія изслѣдованія Клазіуса и другихъ было бы несовмѣстно съ цѣлью моего труда; но слѣдующій опытъ, произведенный мною для подтвержденія вывода въ аудиторіи Лондонскаго королевскаго института, наглядно объясняетъ дѣло: Лейденская банка, съ наружной обкладкой въ квадратный футъ, соединялась внутренней обкладкой съ однимъ концомъ Котбертсонова электрометра, наружной—съ другимъ; такъ что между обѣими обкладками банки находилась пара разрядительныхъ шаровъ съ небольшими промежутками (въ пол-дюйма). Кромѣ того, эта же банка была соединена съ небольшой измѣрительной банкой мѣдные шарики которой были отдалены другъ отъ друга на двѣ линіи; такимъ образомъ, зарядъ лейденской банки могъ измѣряться числомъ разрядовъ измѣрительной банки. Когда рычагъ электрометра съ разрядительными шарами былъ неподвижно укрѣпленъ между притягивающими шарами тогда послѣ нѣсколькихъ разрядовъ измѣрительной банки, напримѣръ двадцати, лейденская банка разряжалась сама собой черезъ полдюймовый промежутокъ между разрядительными шарами; этотъ промежутокъ можетъ служить выраженіемъ электрической силы, полученной большой банкой при извѣстномъ числѣ разрядовъ измѣрительной банки. Когда же, при повтореніи опыта, рычагъ электрометра былъ освобожденъ и, слѣдовательно, электрическое притяженіе или отталкиваніе могло передвигать тяжелые шары на рычагѣ, то, при двадцати разряженіяхъ измѣрительной банки, равновѣсіе рычага нарушалось и одинъ изъ шаровъ его быстро сближался съ притя-

гивавшимъ его шаромъ электрометра; но при этомъ не было замѣтно никакого разряженія. Это показываетъ, что нѣсколько электричества пропало или превратилось въ механическую силу, которая передвинула рычагъ. По другому способу объясненія можно предположить, что электричество здѣсь скрылось, подобно скрытой теплотѣ, и что оно возстановилось бы, если бы дѣйствіемъ внѣшней силы безъ разряженія возвратить шары въ ихъ прежнее положеніе. Если бы разряженіе или другія электрическія дѣйствія были одинаковы въ обоихъ случаяхъ, то оказалось бы, что изъ ничего можетъ быть получена сила; потому что движеніе шаровъ, т. е. тяжелыхъ тѣлъ, производитъ механическое дѣйствіе, которое, въ свою очередь, можетъ производить электричество, теплоту или другую силу. Слѣдовательно, мы пришли бы къ вѣчному движенію.

Приведенный сейчасъ опытъ наводитъ на другіе подобные опыты, которые можно видоизмѣнять до безконечности. Такъ я нашелъ, что два наэлектризованные шара, которымъ препятствуютъ расходиться, передаютъ электрометру гораздо больше электричества, чѣмъ тогда, когда они, наэлектризованные до той же степени, могутъ расходиться. Такого рода электрическіе опыты, сравнительно съ подобными же опытами надъ теплотой, представляютъ больше удобства, именно—потому что, хотя и нельзя совершенно уединить электричество, наши средства для этого все-таки несравненно превосходнѣе, нежели для уединенія теплоты.

Электричество прямо производитъ теплоту, какъ это обнаруживается въ каленіи проволоки, въ электрической искрѣ и вольтовой дугѣ; въ послѣдней производится изъ всѣхъ извѣстныхъ случаевъ наибольшее количество теплоты; оно такъ

велико, что недоступно измѣренію, потому что обращаетъ въ пары всякое вещество.

Въ явленіяхъ электрическаго накаливанія, при нагрѣваніи соединительной проволоки, ясно обнаруживается отношеніе между силой и сопротивленіемъ, между двумя силами: электричествомъ и теплотою. При нагрѣваніи тонкой платиновой проволоки, соединяющей концы достаточно сильной гальванической батареи, въ элементахъ батареи происходитъ извѣстное количество химическаго дѣйствія,—а именно: въ данное время окисляется опредѣленное количество цинка и освобождается опредѣленное количество водорода. Если эту проволоку погрузить въ воду, теплота ея будетъ уноситься поднимающимися нагрѣтыми частицами жидкости и, слѣдовательно, быстрѣе разсѣеваться; мы найдемъ, что, въ теченіи того же времени, химическое дѣйствіе въ батареѣ увеличится,—растворится больше цинка и освободится больше водорода. Такъ какъ вода уноситъ теплоту, то очевидно для возстановленія ея требуется больше химическаго дѣйствія; точно также, какъ требуется больше топлива по мѣрѣ ускоренія испаренія жидкости.

Произведемъ обратный опытъ: опустимъ проволоку не въ воду, а въ пламя спиртовой лампы; теплота встрѣтитъ большее сопротивленіе для выхода изъ проволоки и мы найдемъ теперь, что химическое дѣйствіе слабѣе, нежели въ первоначальномъ опытѣ. Внося проволоку въ другія различныя газообразныя или жидкія среды, мы находимъ, что химическое дѣйствіе батареи прямо пропорціонально потерѣ теплоты проволоки въ этихъ срединахъ; и такимъ образомъ подтверждается взаимная зависимость между дѣйствіями этихъ двухъ силъ. Подобная же зависимость можетъ быть найдена между электричест-

вомъ и движенiемъ, магнетизмомъ и движенiемъ, а также и между другими силами и если мы не сдѣлали это для всѣхъ силъ, то вѣроятно потому, что еще не устранили всѣхъ препятствiй. Вникая глубже въ сущность явленiй, въ свойства матерiи, мы непремѣнно должны прiйти къ заключенiю (если я только не сильно ошибаюсь), что и не можетъ быть иначе, потому что въ противномъ случаѣ мы должны предполагать, что сила можетъ родиться изъ ничего,—существовать безъ предшествующей силы.

Въ упомянутыхъ явленiяхъ вольтовой дуги, электрической искры и т. п., электричество непосредственно производитъ свѣтъ сильнѣйшiй нежели получаемый изъ другихъ извѣстныхъ источниковъ. Оно производитъ также непосредственно магнетизмъ, какъ это показалъ Эрстедъ, первый ясно обнаружившiй связь между электричествомъ и магнетизмомъ. Обѣ эти силы дѣйствуютъ другъ на друга не по прямому направленiю, какъ всѣ другiя извѣстныя силы, а подъ прямымъ угломъ; т. е. тѣла, подверженныя влiянiю динамическаго электричества или проводящiя гальваническiй токъ, стремятся помѣстить магнитъ перпендикулярно къ себѣ; точно также и магниты стремятся помѣстить проводники тока подъ прямымъ угломъ къ своей длинѣ. Такимъ образомъ, электрическiй токъ имѣетъ, повидимому, магнитное свойство въ направленiи перпендикулярномъ къ собственному, или, если его поперечное сѣченiе кругъ,—въ направленiи, касательномъ этому кругу. Если бы, наоборотъ, электрическiй токъ, образовалъ рядъ касательныхъ къ воображаемому цилиндру,— этотъ цилидръ былъ бы магнитомъ. Въ практикѣ это достигается закручиванiемъ проволоки въ спираль; и такая спираль, во время передачи по ней тока, во всѣхъ отношенiяхъ и всегда можетъ замѣнить настоящiй магнитъ. Цилиндръ изъ мягкаго желѣза,

помѣщенный на оси такой спирали имѣетъ способность сгущать въ себѣ ея магнитную силу, и, такимъ образомъ, соединяя спираль съ источникомъ тока, мы можемъ мгновенно получить весьма сильный магнитъ, и прерывая токъ, такъ же быстро уничтожить магнетизмъ.

Можно наглядно представить наэлектризованную и намагниченную матерію въ видѣ линій, концы которыхъ взаимно отталкиваются по опредѣленному направленію. Такъ, если линія АВ представляющая наэлектризованную проволоку, наложена на намагниченную проволоку C D, то крайнія точки А и В будутъ отталкиваться на взаимно большее разстояніе отъ точекъ C и D, и линія АВ станетъ подъ прямымъ угломъ къ линіи CD;—и также, если линіи будутъ подраздѣлены на нѣсколько частей, каждая изъ нихъ будетъ имѣть два конца или полюса отталкивающихся отъ концовъ или полюсовъ другой. Если наэлектризованная матеріальная линія состоитъ изъ жидкости и, слѣдовательно, съ совершенно подвижными частицами, то отъ намагничиванія въ ней произойдетъ непрерывное движеніе: каждая частица послѣдовательно стремится отдалиться по касательной къ магниту. Такимъ образомъ, если на полюсы сильнаго магнита поставленъ плоскій круглый сосудъ съ окисленной водой и въ нее погружены концы гальванической батареи прямо надъ магнитными полюсами, такъ, чтобы линіи электричества и магнитизма совпадали, то вода начнетъ двигаться подъ прямымъ угломъ къ этимъ линіямъ, вытекая непрерывно, какъ бы отъ дѣйствія экваторіальнаго вѣтра, направленіе котораго зависитъ отъ полюсовъ магнита и направленія тока. Такой же опытъ можно произвести и надъ ртутью. Эти явленія служатъ новымъ подтвержденіемъ приведеннаго выше мнѣнія, что электричество и маг-

нитизмъ дѣйствуютъ на частицы матеріи совершенно несогласно съ гипотезами жидкостей или эфира.

Взаимно-препендикулярное дѣйствіе электричества и магнитизма, навело Кольриджа на мысль сравнить это дѣйствіе съ расширеніемъ матеріи въ длину и въ ширину; но онъ ошибочно принялъ гальванизмъ за силу, дѣйствующую по третьему направленію, въ глубину; существуетъ ли третья сила, представляющая такое отношеніе къ электричеству и магнитизму—это вопросъ, для рѣшенія котораго у насъ нѣтъ никакихъ данныхъ.

Отношеніе между притягательною магнитною силою и производящимъ ее электрическимъ токомъ было изслѣдуемо многими экспериментаторами и математиками. Видоизмѣненія явленій такъ многочислены и измѣнчивы, что трудно добиться опредѣленнаго результата. Вліяніе относительныхъ размѣровъ проволоки и желѣза, закала или степени твердости послѣдняго, его формы или отношенія длины къ діаметру, вліяніе числа оборотовъ проволоки, ея проводимости, абсолютныхъ размѣровъ якоря или намагничиваемаго желѣза, степени постоянства батареи и т. д. вліяніе всего этаго чрезвычайно усложняетъ изслѣдованіе.

Самое правдоподобное отношеніе, котораго только удалось достичь въ этомъ случаѣ, заключается въ томъ, что магнитное притяженіе пропорціонально квадрату электрической силы; этимъ закономъ мы обязаны изслѣдованіямъ Ленца и Якоби, и также Гарриса.

Наконецъ, электричество производитъ химическія дѣйствія; съ его помощью мы имѣемъ возможность получить разложенія и соединенія, не производимыя обыкновенными средствами химіи. Примѣры такихъ дѣйствій мы видимъ въ блестящихъ открытіяхъ Дэви относительно щелочныхъ металловъ, и въ особенныхъ кристаллическихъ соединеніяхъ, открытыхъ Кроссомъ и Бэкерелемъ.

СВѢТЪ.

Обращаясь теперь къ явленіямъ свѣта, считаю полезнымъ изложить вкратцѣ явленія такъ называемой поляризаціи, по возможности независимо отъ всякой теоріи.

Свѣтъ, отражаясь подъ извѣстнымъ угломъ отъ поверхностей воды, стекла или другой средины, измѣняется; онъ теряетъ способность снова отражаться подобнымъ же образомъ, въ плоскости перпендикулярной къ плоскости перваго отраженія, но можетъ всегда отражаться въ плоскости параллельной къ ней. Свѣтъ, такимъ образомъ измѣненный, называется поляризованнымъ. Въ плоскостяхъ промежуточныхъ между плоскостью перваго отраженія и плоскостью къ ней перпендикулярной, онъ можетъ отражаться только въ большей или меньшей степени, смотря потому, до какой степени плоскость вторичнаго отраженія совпадаетъ съ плоскостью первоначальнаго.

Сверхъ того, свѣтъ, проходя черезъ кристаллъ исландскаго шпата, переломляется вдвойнѣ, т. е. раздѣляется на два луча, изъ которыхъ каждый имѣетъ только половину яркости падающаго свѣта. Оба эти луча поляризованы въ взаимноперпендикулярныхъ плоскостяхъ, и если ихъ пропустить черезъ турмалиновую пластинку, только одинъ изъ нихъ пройдетъ, а другой поглотится. Подобныя явленія происходятъ при отра-

женіи и преломленіи свѣта въ нѣкоторыхъ другихъ срединахъ. Лучь, разъ поляризованный въ извѣстной плоскости, остается поляризованнымъ на всемъ своемъ протяженіи, какъ бы велико оно ни было; онъ сохраняетъ даже туже плоскость поляризаціи, встрѣчая на пути своемъ воду, воздухъ и другія прозрачныя средины, перечислять которыхъ здѣсь нѣтъ надобности. Но когда этотъ лучь проходитъ черезъ слой терпентиннаго масла, то плоскость поляризаціи отклоняется отъ первоначальнаго положенія, и тѣмъ болѣе, чѣмъ болѣе толщина слоя, проходимаго лучемъ. При этомъ рядъ послѣдовательныхъ плоскостей поляризаціи представляетъ не одну ровную плоскость, а кривую поверхность, подобную образуемой полосой картона, при ея движеніи по двумъ, противоположнымъ, винтовымъ жолобкамъ нарѣзнаго ружейнаго ствола. Различныя среды производятъ это любопытное дѣйствіе въ различной степени. При подобныхъ явленіяхъ можетъ измѣняться и направленіе движенія плоскости; иногда, такъ называемое, отклоненіе плоскости поляризаціи происходитъ направо, иногда налѣво, смотря по частичному строенію тѣла, пропускающаго поляризованный лучь.

Свѣтъ, можетъ быть, такой видъ силы, котораго отношеніе къ другимъ видамъ опредѣлены позднѣе всего. До открытій Ніепса, Дагера, Тальбота очень не много можно было сказать опредѣленнаго о переходѣ свѣта въ другія виды силы. Нѣкоторыя химическія соединенія, преимущественно соли серебра, особенно быстро разлагаются подъ вліяніемъ свѣта; например, только что приготовленное хлористое серебро, подвергнутое дѣйствію свѣтовыхъ лучей, тотчасъ же разлагается: хлоръ отдѣляется и улетучивается, а серебро осѣдаетъ, отчего бѣлый цвѣтъ вещества переходитъ въ синій. Если пропитать бумагу хлористымъ серебромъ, посредствомъ весьма простаго химиче-

скаго процесса, часть ея закрыть непрозрачнымъ тѣломъ, напримѣръ, листомъ растенія, и потомъ бумагу выставить на сильный свѣтъ, хлористое серебро разложится на мѣстахъ, доступныхъ свѣту, и мы получимъ бѣлое изображеніе листа на темно-пурпуровомъ фонѣ. Если подобную же бумагу помѣстить въ фокусѣ собирательнаго стекла камеры-обскуры, то изображенія предметовъ разложатъ хлористое серебро соотвѣтственно степени яркости ихъ свѣта; а такъ какъ свѣтлыя лучи сильнѣе чернятъ соль серебра, то мы получимъ изображеніе предметовъ въ обратномъ порядкѣ яркости цвѣтовъ и тѣней. Полученный такимъ образомъ рисунокъ непроченъ; стоитъ только его выставить на свѣтъ, свѣтлыя части тотчасъ потемнѣютъ; для укрѣпленія изображенія нужно погрузить бумагу въ жидкость, растворяющую хлористое серебро, но неизмѣняющую уже разложенаго металлическаго. Такое дѣйствіе имѣетъ іодистый калій; вымоченная въ немъ бумага, послѣ высушки, сохраняетъ прочно картину изображенныхъ предметовъ. Таковъ былъ первый и простой способъ Тальбота; но онъ не удобенъ во многихъ отношеніяхъ и не вполнѣ достигаетъ предположенной цѣли. Во первыхъ, онъ не довольно чувствителенъ: для полученія изображенія, нужны и сильный свѣтъ и продолжительное время; во вторыхъ, свѣтлыя цвѣта предметовъ изображаются темными и наоборотъ, темныя—свѣтлыми; въ третьихъ, грубость ткани, даже самой тонкой бумаги, не допускаетъ отчетливаго изображенія мелкихъ очертаній предметовъ. Эти неудобства значительно устранены Тальботомъ впослѣдствіи; способъ, названный его именемъ, привелъ къ употребленію колодіума и другихъ средствъ, перечислять которыхъ нѣтъ надобности.

Всѣмъ извѣстная фотографія Дагера, производится такъ:

тщательно отполированная серебрянная пластинка помѣщается надъ паромъ іода, отчего на ея поверхности образуется тончайшій слой іодистаго серебра; помѣщенная въ камеру-обскуру, она претерпѣваетъ химическое измѣненіе на своей поверхности: освѣщенныя части ея теряютъ нѣсколько іода, или измѣняются другимъ, не вполнѣ извѣстнымъ еще образомъ. Вслѣдствіе этаго измѣненія они получаютъ способность легко амальгамироваться и потому при дѣйствіи на пластинку паровъ нагрѣтой ртути, ртуть пристаетъ къ частямъ, подвергшимся вліянію свѣта, и придаетъ имъ видъ поверхности, покрытой бѣлымъ инеемъ; мѣста, переходныя отъ свѣта къ тѣни, видоизмѣняются менѣе, и мѣста, на которыя свѣтъ вовсе не падалъ, кажутся темными, потому что не потеряли своей первоначальной полировки. Іодистое серебро смывается растворяющимъ его сѣрноватистокислымъ натромъ; такимъ образомъ, остается изображеніе, въ которомъ темныя и свѣтлыя цвѣта прямо соотвѣтствуютъ такимъ же цвѣтамъ предметовъ; кромѣ того, частичное строеніе полированной металлической поверхности допускаетъ изображеніе микроскопическихъ подробностей съ необыкновенною отчетливостію. При употребленіи вмѣсто одного іодистаго серебра смѣси хлористаго или бромистаго съ іодистымъ химическое равновѣсіе нарушается еще быстрѣе, и потому изображеніе воспринимается пластикой въ еще болѣе короткое время, почти мгновенно.

Описаніе подробностей фотографическаго искуства, указаніе многихъ важныхъ открытій и практическихъ приложеній его, выходятъ изъ предѣловъ этого сочиненія. Даже и приведенный краткій очеркъ, можетъ быть, излишенъ, потому что въ настоящее время фотографическіе процессы извѣстны не только ученымъ, но и артистамъ и любителямъ; но въ то время,

когда я читалъ эти лекціи, предметъ этотъ составлялъ новое и неожиданное открытіе. Для нашей цѣли важно только знать, что свѣтъ производитъ химическія и частичныя измѣненія въ матеріи; выше упомянутые примѣры не составляютъ исключеній; огромное число другихъ, простыхъ и сложныхъ веществъ, даже повидимому изъ наиболѣе прочныхъ по своимъ свойствамъ, каковы металлы, измѣняются отъ дѣйствія свѣта. Число измѣняемыхъ такимъ образомъ тѣлъ, такъ велико, что не безъ основанія допускаютъ измѣняемость всякой матеріи отъ дѣйствія свѣта. Съ прочнаго изображенія, произведеннаго свѣтомъ въ частицахъ матеріи, можно въ свою очередь тѣмъ же путемъ получить снимокъ, но только всегда съ меньшею ясностію. Такъ фотографическая картина, помѣщенная передъ камерой, воспроизводится на вставленной чувствительной пластинкѣ; но если воспроизведенный снимокъ одинаковой величины съ картиной, то вторичное изображеніе значительно слабѣе перваго, и т. д. Точно также съ фотографической картины, сдѣланной въ пасмурный день, нельзя получить, даже при яркомъ солнечномъ свѣтѣ, снимка одинаковыхъ размѣровъ съ картиной и съ лучшими очертаніями; покрайней мѣрѣ я никогда не могъ получить его и не знаю достигъ ли кто этого; ясность изображенія всегда уменьшалась съ уменьшеніемъ силы свѣта при каждомъ новомъ отраженіи. Поверхность металла или бумаги и могла бы дать болѣе ясное изображеніе при болѣе сильномъ свѣтѣ; но фотографическія подробности должны ограничиться ясностью перваго снимка и даже рѣдко могутъ достигнуть ее.

При изслѣдованіи этаго предмета возникаетъ вопросъ, любопытный въ теоретическомъ отношеніи. Извѣстно, что яркость изображенія въ фокусѣ телескопа зависитъ отъ поверхности

предметнаго стекла. Изображенiе даннаго предмета не дѣлается яснѣй при паденiи посторонняго свѣта въ телескопъ; напротивъ, оно уменьшается въ ясности, и когда астрономы, съ извѣстною цѣлью, освѣщаютъ нити своихъ телескоповъ, они принуждены довольствоваться менѣе ясными телескопическими изображенiями. Допустимъ теперь, что замѣчены мельчайшiя подробности въ изображенiи предмета видимаго въ телескопъ данной силы, и потомъ въ фокусѣ этаго телескопа вставлена фотографическая пластинка, на которой можно получить изображенiе видѣнное черезъ глазное стекло. Спрашивается: можно ли, освѣщая полученное изображенiе сильнымъ свѣтомъ, обнаружить въ немъ новыя подробности? другими словами, можно ли съ выгодою воспользоваться увеличенiемъ силы освѣщенiя фотографическаго снимка? Едва ли можно съ увѣренностiю a priori отвѣтить на этотъ вопросъ; но воспроизведенiя фотографическихъ картинъ, по видимому, показываютъ, что большихъ подробностей, чѣмъ при первоначальномъ освѣщенiи, невозможно получить и что надежды на увеличенiе телескопической силы, при помощи фотографiи, не основательны, хотя фотографiя и можетъ значительно облегчать наши наблюденiя; напримѣръ: производя изображенiя предметовъ, видимыхъ въ рѣдкихъ и благопрiятныхъ обстоятельствахъ, она даетъ намъ возможность сохранить постоянную и вѣрную картину прошедшаго состоянiя астрономическихъ предметовъ.

Позднее открытiе дѣйствiя свѣта на химическiя соединенiя ясно показываетъ, какъ постоянно дѣйствующая сила можетъ оставаться незамѣченной, въ теченiи долгаго времени. Если бы стѣна большой комнаты была покрыта фотографическими приборами, то небольшое количество свѣта отраженное отъ лица человѣка, стоящаго среди комнаты, одновременно от-

нечатало бы портретъ лица на многихъ пластинкахъ. Если приборовъ нѣтъ, но комната была бы обита фотографической бумагой, то на каждой точкѣ ея произошло бы такое же измѣненіе, хотя и не получилось бы опредѣленнаго изображенія формы или фигуры. Такъ какъ и другія вещества, кромѣ обыкновенно называемыхъ фотографическими, также подвергаются вліянію свѣта и число такихъ веществъ чрезвычайно велико, то любопытно узнать: какъ много перемѣнъ въ вѣсомой матеріи ежедневно производитъ сила, извѣстная въ теченіе долгаго времени только по своему дѣйствію на органъ зрѣнія; какъ много измѣненій можетъ постоянно производить свѣтъ и и на землѣ и въ атмосферѣ, не говоря уже объ измѣненіяхъ, производимыхъ имъ въ органическихъ тканяхъ, которыя теперь становятся предметомъ болѣе тщательнаго изученія? Еще Георгъ Стифенсонъ думалъ, что свѣтъ, получаемый нами ночью отъ угля и другихъ горючихъ веществъ, есть возстановленіе свѣта, поглощеннаго растительною тканью изъ солнечныхъ лучей; эта мысль, въ настоящее время, имѣетъ болѣе глубокое значеніе, чѣмъ тогда. Такимъ образомъ, каждый лучь свѣта отмѣчаетъ на пути своемъ собственную исторію, рядомъ болѣе или менѣе прочныхъ измѣненій въ вѣсомой матеріи и это наводитъ насъ на мысль о возможности существованія различныхъ силъ, до сихъ поръ неизвѣстныхъ намъ, какъ не было извѣстно древнимъ химическое дѣйствіе свѣта.

Говоря о фотографическихъ процессахъ, я употреблялъ выраженія: свѣтъ, произведенный свѣтомъ и др. Хотя эти процессы и заимствуютъ свое названіе отъ свѣта, но многіе компетентные ученые полагали, что фотографическія явленія зависятъ скорѣе отъ особеннаго дѣятеля, сопровождающаго свѣтъ, нежели отъ самаго свѣта. Но въ дѣйствительности трудно во-

образить, чтобы получаемое въ фокусѣ камеръ-обскуры изображеніе, представляющее глазу всѣ постепенности перехода отъ свѣта къ тѣни оригинальнаго изображенія, не было дѣйствіемъ свѣта. Извѣстно, что различные цвѣтные лучи оказываютъ различныя дѣйствія на различныя химическія соединенія и что дѣйствіе многихъ изъ нихъ, можетъ быть и всѣхъ, не пропорціонально ихъ дѣйствію на зрительный органъ. Все таки эти дѣйствія представляютъ скорѣе количественное нежели качественное различіе; и, не произнося положительнаго заключенія объ этихъ еще мало изслѣдованныхъ явленіяхъ, я полагаю, основательнѣе будетъ приписывать фотографическіе процессы дѣйствію свѣта. Съ этой точки зрѣнія свѣтъ намъ представится какъ первоначальная сила, производящая, посредственно или непосредственно, другіе виды силы; онъ непосредственно производитъ химическое дѣйствіе; а имѣя это, мы можемъ произвести и другіе виды силы.

На лекціяхъ 1843 г. я показывалъ опытъ, изъ котораго видно, что свѣтъ можетъ производить всѣ другіе виды силы; здѣсь я опишу его вкратцѣ. Приготовленная дагеротипная пластинка погружается въ деревянный ящикъ, наполненный водою и закрытый сверху стекломъ, съ экраномъ. Между стекломъ и пластинкой помѣщается сѣтка изъ серебряной проволоки; пластинка соединяется съ однимъ изъ концовъ спирали гальванометра, а проволочная сѣтка съ концомъ спирали Брегета (чувствительнаго прибора изъ очень тонкой пластинки двухъ спаянныхъ между собою металловъ, неодинаковость расширенія которыхъ показываетъ малѣйшія измѣненія температуры); другіе концы гальванометра и термометрической спирали соединяются проволокой; наконецъ, стрѣлки гальванометра

и температуры ставятся на нуль. Какъ только при открытіи экрана лучь дневнаго или друмондова свѣта проникаетъ къ пластинкѣ, стрѣлки отклоняются. Изъ этаго видно, что свѣтъ, какъ самостоятельная сила, производитъ: на пластинкѣ—химическое дѣйствіе; въ серебряной проволокѣ — электричество; въ спирали гальванометра—магнетизмъ; въ спирали Брегета—теплоту; въ стрѣлкахъ—движеніе.

При соединеніи чувствительнаго гальванометра съ двумя платиновыми пластинками, опущенными въ окисленую воду, всегда происходитъ отклоненіе стрѣлки; это зависитъ отъ пузырьковъ газа или другаго вещества, приставшаго къ поверхности платины, и не устранимаго никакой чисткой. Если по возвращеніи стрѣлки въ прежнее положеніе (на что нужны бываютъ часы, даже цѣлые дни), одну изъ пластинокъ выставить на свѣтъ; то произойдетъ новое отклоненіе стрѣлки, зависящее, какъ мнѣ кажется, отъ увеличенія химическаго дѣйствія, причинившаго первоначальное отклоненіе, потому что новое отклоненіе совершается въ туже сторону. При паденіи на пластинку цвѣтныхъ лучей вмѣсто бѣлыхъ, отклоненіе измѣняется, оно больше при голубомъ нежели при красномъ или желтомъ цвѣтѣ; это уже одно показываетъ независимость дѣйствія отъ теплоты солнечныхъ лучей, такъ какъ теплота лучей сильнѣе въ красномъ, нежели въ голубомъ цвѣтѣ, а химическое дѣйствіе на оборотъ.

Свѣтъ можетъ производить электричество и магнетизмъ болѣе прямымъ путемъ, какъ это замѣчено Морикини и другими; онъ обнаруживаетъ также вліяніе и на кристаллизацію, но результаты, полученные по настоящее время по этому предмету, такъ неопредѣленны, что могутъ служить только указа-

ніемъ новаго поля для опытовъ, а не доказательствомъ отношеній свѣта къ другимъ силамъ.

Свѣтъ по видимому непосредственно производитъ теплоту въ явленіяхъ, называемыхъ поглощеніемъ свѣта; количества развивающейся теплоты находятся въ нѣкоторомъ отношеніи къ количеству поглощаемаго свѣта. Это можетъ показать намъ давно извѣстный опытъ: на снѣгъ, подвергнутый дѣйствію солнечныхъ лучей, раскладываются различно окрашенные куски сукна; черный кусокъ, поглощающій наибольшее количество свѣта и развивающій наибольшее количество теплоты, уходитъ глубже въ снѣгъ; куски другихъ цвѣтовъ или цвѣтныхъ оттѣнковъ углубляются все меньше и меньше, по мѣрѣ уменьшенія ихъ способности поглощенія или уничтоженія свѣта; наконецъ, бѣлый кусокъ остается на поверхности снѣга. Но нагрѣвательная способность различныхъ лучей не пропорціональна силѣ ихъ свѣта или дѣйствію на органъ зрѣнія; красный свѣтъ, полученный посредствомъ преломленія въ стеклянной призмѣ, производитъ при поглощеніи больше теплороднаго дѣйствія, нежели желтый, какъ это было замѣчено Вилліамомъ Гершелемъ. Сверхъ того, красные лучи производятъ, кажется, больше динамическаго дѣйствія, нежели другія; такъ они проникаютъ въ воду на большую глубину, чѣмъ другіе цвѣта. Зебекъ замѣтилъ другую аномалію, а именно: при преломленіи свѣта водяною призмой, желтыя лучи производятъ наибольшее теплородное дѣйствіе. Но для полнаго разъясненія отношеній между свѣтомъ и теплотой въ этихъ явленіяхъ необходимы еще тщательныя изслѣдованія.

Въ одномъ изъ прежнихъ изданій этого сочиненія я указалъ по этому предмету на слѣдующій опытъ: лучь свѣта пропускается черезъ двѣ пластинки изъ турмалина или подобнаго

вещества, при чемъ температура второй пластинки, т. е. той, черезъ которую свѣтъ проходитъ позже, измѣряется чувствительнымъ термометромъ; сначала, когда пластинка находится въ положеніи способствующемъ переходу черезъ нее поляризованнаго луча, идущаго отъ первой пластинки, и потомъ, когда она повернута на 90° и поглощаетъ поляризованный лучь. Я думалъ, что при тщательномъ произведеніи опыта, температура пластинки будетъ выше во второмъ случаѣ, нежели въ первомъ, и надѣялся получить интересные результаты, подвергая испытанію этого рода различные цвѣтные лучи. Я встрѣтилъ много затрудненій при устройствѣ прибора, и пока я старался преодолѣть ихъ, узналъ, что Кноблаухъ до нѣкоторой степени достигъ моей цѣли. Онъ нашелъ, что если солнечный лучь, поляризованный въ извѣстной плоскости, проходитъ перпендикулярно къ кристаллической оси пластинки чернаго кварца или турмалина, то теплота передается въ меньшемъ количествѣ, нежели когда лучь проходитъ въ направленіи параллельномъ оси кристалла.

Вообще и, какъ мнѣ кажется, безъ исключеній можно принять, что пока свѣтъ остается свѣтомъ, хотя бы и отраженнымъ или пропущеннымъ различными срединами, теплоты не развивается вовсе или очень мало; и на сколько я могу судить, при совершенной прозрачности среды или при полномъ отраженіи свѣта не можетъ быть обнаружено ни малѣйшее количество теплоты. Но вездѣ, гдѣ поглощается свѣтъ, его замѣняетъ теплота; что ясно показываетъ, что свѣтъ превращается въ теплоту и его сила въ дѣйствительности не уничтожается, но только измѣняется ея проявленіе; въ этомъ случаѣ, свѣтъ, входя въ твердое тѣло, превращается въ теплоту, а въ случаѣ, приведенномъ нами въ статьѣ о теплотѣ,

на оборотъ, теплота, сгущаясь въ твердомъ тѣлѣ, превращалась въ свѣтъ. Но какъ я уже прежде замѣтилъ, такое отношеніе между свѣтомъ и теплотою не такъ явственно, какъ отношенія между другими дѣйствіями матеріи. Правда, что одинъ изъ опытовъ Мелони, повидимому, показываетъ, что свѣтъ можетъ существовать при условіяхъ, въ которыхъ онъ не производитъ теплоты, доступной нашимъ приборамъ, но недавно явилось сомнѣніе относительно точности этого опыта; вѣроятно самыя вещества, черезъ которыя проходилъ свѣтъ, при тщательномъ изслѣдованіи, оказались бы нагрѣтыми.

Тѣло, на которое падаетъ свѣтъ, имѣетъ такое же вліяніе на органъ зрѣнія, какъ и свѣтящееся тѣло, которое непосредственнно производитъ свѣтъ. Новые опыты Джона Гершеля и Стокса показали, что лучистыя колебанія, непроизводящія никакихъ свѣтовыхъ явленій при паденіи на извѣстныя тѣла, становятся свѣтовыми, при паденіи на другія тѣла. Такъ пропустимъ обыкновенный солнечный свѣтъ черезъ призму (лучше всего изъ кварца) и примемъ спектръ на листъ бумаги или на бѣлый фарфоръ; смотря на бумагу, мы не замѣчаемъ за фіолетовыми лучами никакого свѣта. Если вставимъ между призмой и бумагой непрозрачное тѣло, такъ чтобы оно какъ разъ закрывало видимый спектръ, бумага сдѣлается черной или слабо освѣщенной небольшимъ количествомъ свѣта отражаемаго воздухомъ и окружающими тѣлами. Помѣстимъ теперь на то мѣсто бумаги, которое находится внѣ спектра, т. е. все фіолетовыхъ лучей, кусокъ стекла окрашеннаго окисью урана, и стекло сдѣлается совершенно видимымъ; тоже самое происходитъ со стклянкой сѣрнокислаго хинина, сока дикаго каштана, или даже съ бумагой, смоченной въ растворахъ этихъ жидкостей. Другія вещества обладаютъ этими свой-

ствами въ различной степени и въ веществахъ, считавшихся до сихъ поръ за совершенно одинаковыхъ относительно производимыхъ или подобныхъ явленій, нынѣ открыты замѣтныя различія. Такимъ образомъ эти явленія доказываютъ, что лучи непроизводящія на глазъ никакого свѣтоваго впечатлѣнія при паденіи на одни тѣла, становятся свѣтовыми при отраженіи отъ другихъ. Представимъ себѣ комнату устроенную такъ, что она доступна только такимъ лучамъ; она покажется темною или свѣтлою, смотря по веществу, которымъ покрыты ея стѣны, хотя при полномъ дневномъ свѣтѣ различныя вещества, покрывающія стѣны представлялись бы одинако свѣтлыми; или при одномъ и томъ же покровѣ стѣнъ, комната, доступная только одному разряду такихъ лучей, можетъ быть темна, если имѣетъ окна изъ вещества, прозрачнаго только для другаго разряда лучей.

Употребляя для подобныхъ опытовъ электрическій свѣтъ вмѣсто солнечнаго, можно получить не менѣе поразительныя явленія. Рисунокъ, сдѣланный на бѣлой бумагѣ растворомъ сѣрнокислаго хинина въ винно-каменной кислотѣ, невидимъ въ обыкновенномъ свѣтѣ, но очень ясно обозначается при электрическомъ освѣщеніи. Отсюда видно, что при изслѣдованіяхъ явленій свѣта, нужно одинаково принимать во вниманіе какъ освѣщаемыя тѣла, такъ и источники свѣта; то, что есть свѣтъ или становится имъ при паденіи на одни тѣла, не будетъ свѣтомъ,—при паденіи на другія. Вѣроятно сѣтчатая оболочка у разныхъ лицъ подобнымъ же образомъ различна до извѣстной степени; и одно и тоже вещество, освѣщенное однимъ и тѣмъ же спектромъ, можетъ представляться различнымъ лицамъ въ различныхъ видахъ; однимъ судъектомъ спектръ можетъ казаться болѣе длиннымъ, чѣмъ другимъ; такимъ образомъ,

то, что для однихъ свѣтъ, для другихъ темнота и наоборотъ. Можно также утверждать, что и теплота въ значительной степени зависитъ отъ тѣла, подверженнаго ея дѣйствію. Если выставить лѣтомъ на солнце два сосуда воды, изъ которыхъ въ одномъ чистая и прозрачная вода, а въ другомъ окрашенная какимъ нибудь цвѣтнымъ веществомъ, то въ довольно короткое время обнаружится значительная разница въ температурахъ: окрашенная вода нагрѣется больше чистой. Если сосудъ съ чистой водой помѣстить на значительномъ разстояніи отъ земной поверхности, съ окрашенной—вблизи ея, разность сдѣлается еще болѣе. Продолжая опытъ, и выставляя первый сосудъ на вершинѣ высокой горы, а второй въ долинѣ, мы получимъ такую большую разницу въ температурахъ, что животныя, организація которыхъ соотвѣтствуетъ одной изъ температуръ, не могутъ жить въ другой: не смотря на то, оба сосуда подвергаются однимъ и тѣмъ же лучамъ свѣта, одно и тоже время и въ сущности въ одномъ и томъ же разстояніи отъ свѣтящагося тѣла,—даже болѣе холодное вещество ближе къ солнцу, нежели болѣе теплое. Такимъ образомъ, принимая въ разсмотрѣніе среду, передающую теплоту, можно значительно измѣнить температуру теплицы, измѣняя составъ стекла въ ея окнахъ.

Эти явленія имѣютъ большое значеніе въ нѣкоторыхъ космическихъ вопросахъ, обсуждавшихся въ послѣднее время; они заставляютъ осторожнѣе составлять мнѣніе о такихъ предметахъ, какъ свѣтъ и теплота на солнечной поверхности, температура планетъ и т. п. Температура планетъ можетъ столько же зависѣть отъ ихъ физическаго строенія, какъ и ихъ разстоянія отъ солнца. Въ самомъ дѣлѣ, планета Марсъ даетъ намъ весьма вѣроятно подтвержденіе этого; онъ удаленъ

отъ солнца въ полтора раза болѣе, нежели земля; но увеличиваніе бѣловатыхъ поясовъ около его полюсовъ, во время зимы на нихъ, и уменьшеніе ихъ во время лѣта, показываютъ, что температура его поверхности колеблется около точки замерзанія воды, какъ это имѣетъ мѣсто для подобныхъ же поясовъ на нашей планетѣ. Правда, мы допускаемъ въ этомъ случаѣ, что вещество, измѣняющее, такимъ образомъ, свое состояніе, есть вода; но если принять въ разсчетъ большое сходство этой планеты съ землей и видимое тождество фактовъ, такое предположеніе представляется весьма вѣроятнымъ.

Точно также изъ того, что Венера ближе къ солнцу, чѣмъ земля, вовсе не слѣдуетъ ей быть теплѣе земли. Сила, распространяемая солнцемъ, можетъ обнаруживать различный характеръ на поверхности каждой планеты и требовать различныхъ организмовъ или внѣшнихъ чувствъ для своего воспріятія. Миріады органическихъ существъ могутъ жить около насъ незамѣтно для нашего глаза; и мы также можемъ оставаться незамѣтными для нихъ.

Тщетно было бы однако, при настоящемъ состояніи науки, разсуждать о такихъ существахъ, и точно также тщетно принимать тождество или близкое сходство между нашими формами и формами существъ, населяющихъ другіе міры. На основаніи соображеній о сходствѣ и конечной причинности, на сколько это возможно, мы можемъ покрайней мѣрѣ утверждать, что величественные міры вселенной не необитаемыя пустыни; но слабѣе или сильнѣе, умнѣе или глупѣе насъ обитатели другихъ міровъ, высшаго или низшаго порядка сравнительно съ нашими?—все это вопросы, на разрѣшеніе которыхъ нѣтъ никакой надежды въ настоящее время.

Между удѣльнымъ вѣсомъ и умственными способностями

нѣтъ неизбѣжной связи. На нашей собственной планетѣ пять чувствъ и средняя плотность, равная плотности воды, не всегда сопровождаются умственнымъ и моральнымъ величіемъ; и многіе доводы, приводившіеся въ доказательство несуществованія покрайней мѣрѣ разумныхъ существъ на солнцѣ и другихъ планетахъ, исключая земли, точно также могли быть повторены отъ слова до слова жителями солнца или планетъ для доказательства необитаемости нашего міра. Человѣкъ, именно, потому что онъ человѣкъ, что его существованіе есть единственный безусловно-важный для него предметъ, слишкомъ склоненъ къ мысли, что міръ созданъ единственно для него; нарисованный художникомъ солнца, человѣкъ не представился бы въ мірозданіи столь выдающимся существомъ, какимъ онъ представляется самому себѣ, подъ своею собственною кистью.

По теоріи, называемой атомистической, свѣтъ разсматривался какъ сама по себѣ существующая матерія, какъ самостоятельная жидкость, истекающая изъ свѣтящихся тѣлъ, и производящая, при паденіи на сѣтчатую оболочку, явленіе ощущенія. Эта теорія смѣнилась теоріей волнообразныхъ движеній, общепринятой въ настоящее время и разсматривающей свѣтъ какъ результатъ волнообразныхъ колебаній особенной жидкости, названной эфиромъ; по теоріи эта гипотетическая жидкость наполняетъ весь міръ и проникаетъ въ поры всѣхъ тѣлъ.

На одной изъ моихъ лекцій, въ январѣ 1842, когда я въ первый разъ публично излагалъ взгляды, проводимые въ этомъ сочиненіи, я говорилъ, что мнѣ кажется болѣе согласнымъ съ извѣстными явленіями принять свѣтъ не за колебанія особеннаго эфира, проникающаго матерію, а за колебаніе или движеніе частицъ самой матеріи; точно также какъ звукъ

происходитъ отъ сотрясенія дерева или какъ волны въ водѣ. Я не говорю здѣсь о характерѣ сотрясеній свѣта, звука и воды, которыя безъ сомнѣнія весьма различны между собой; а имѣю въ виду только сравненіе ихъ, насколько это необходимо для выясненія распространенія силы движеніемъ частицъ самой матеріи.

Въ то время, какъ я въ первый разъ принялъ это мнѣніе и высказывалъ его на моихъ лекціяхъ, я не зналъ, что знаменитый Леонардъ Эйлеръ публиковалъ почти такую же теорію; и хотя я развилъ ее, не зная того, что было прежде предложено, но не рѣшился бы высказать ее, если бы не нашелъ, что она принимается такимъ великимъ математикомъ, каковъ Эйлеръ, о которомъ нельзя предположить, что онъ не принялъ во вниманіе доводовъ, противорѣчащихъ его теоріи, особенно еще въ такомъ спорномъ и не установившемся предметѣ, какимъ была въ его время теорія волнообразныхъ движеній.

Хотя теорія Эйлера считалась ошибочною однимъ знаменитымъ философомъ, но я не могу признать его опроверженія достаточными, и потому, въ настоящеее время, считаю себя вправѣ придерживаться этой теоріи, хотя конечно не безъ нѣкотораго недовѣрія. Самый фактъ соотношенія между различными проявленіями силы представляется мнѣ могущественнымъ доводомъ въ пользу теоріи, которая разсматриваетъ эти различныя проявленія, какъ свойства одной и тойже матеріи; и хотя электричество, магнетизмъ и теплота могутъ быть принимаемы за волнообразное движеніе того же эфира, который какъ полагаютъ, производитъ и свѣтъ, но такія гипотезы представляютъ еще болѣе затрудненій относительно этихъ силъ, нежели относительно свѣта. Говоря объ электричествѣ, я уже упомянулъ о многихъ такихъ затрудненіяхъ; такъ: проводимость и непроводимость не объясняются эфиромъ; передача

электричества по длинной проволокѣ предпочтительно передъ воздухомъ, окружающимъ проволоку, и покрайней мѣрѣ, на столько же наполненнымъ эфиромъ, несогласима съ этой гипотезой. Явленія производимыя этими силами, также какъ и явленія свѣта обнаруживаютъ дѣйствіе обыкновенной матеріи и притомъ дѣйствіе отъ частицы къ частицѣ, а не на разстояніи. Я уже приводилъ опыты Фарадэ надъ электрической индукціей, показывающіе, что индукція есть дѣйствіе между соприкасающимися частицами; я упоминалъ также о нѣкоторыхъ изъ моихъ опытовъ, произведенныхъ надъ гальванической дугой; всѣ эти опыты, по моему мнѣнію, одинаково подтверждаютъ проводимый здѣсь взглядъ.

Если принять, что одинъ изъ такъ называемыхъ невѣсомыхъ дѣятелей есть видъ движенія, то зная, что онъ способенъ производить другихъ невѣсомыхъ дѣятелей и быть производимымъ ими, почти не возможно понять, какимъ образомъ одни изъ нихъ суть частичныя движенія обыкновенной матеріи, тогда какъ другія суть невѣсомыя жидкости или колебанія эфира. Юнгъ возражалъ, что всѣ тѣла должны были бы имѣть свойство солнечной фосфоресценціи, если бы свѣтъ состоялъ въ сотрясеніяхъ обыкновенной матеріи; но на это можно отвѣтить, что такъ много тѣлъ имѣютъ это свойство и съ такимъ большимъ различіемъ въ его продолжительности, что едвали не всѣ имѣютъ его, хотя и на такое короткое время, что глазъ не можетъ уловить его продолжительности. Беккерель произвелъ много опытовъ, которые подтверждаютъ этотъ взглядъ: явленіе фосфоресценціи при дѣйствіи солнечныхъ лучей на большое число тѣлъ само по себѣ служитъ доказательствомъ, что вещество этихъ тѣлъ, приведено въ сотрясательное движеніе или покрайней мѣрѣ частично измѣнено па-

дающимъ свѣтомъ; и слѣдовательно явленіе фосфоресценціи подкрѣпляетъ мой взглядъ, вмѣсто того, чтобъ опровергать его. Юнгъ думалъ, что явленіе солнечной фосфореценціи представляетъ много сходства съ явленіемъ симпатическихъ звуковъ музыкальныхъ инструментовъ, приведенныхъ въ колебательное движеніе другими звуками, черезъ воздухъ; но я не знаю, далъ ли онъ какое нибудь объясненіе этихъ явленій по эфирной гипотезѣ.

Нѣсколько любопытныхъопыт овъ Ніепса и Сен-Виктора, кажется, также обнаруживаютъ сходство свѣтовыхъ явленій съ симпатическими звуками. Гравюру, находившуюся въ теченіи нѣсколькикъ дней въ темнотѣ, покрываютъ до половины непрозрачнымъ экраномъ и выставляютъ на солнце; потомъ, когда она снова удалена отъ свѣта, экранъ снимаютъ и помѣщаютъ гравюру противъ фотографической бумаги на очень близкомъ разстояніи; на бумагѣ воспроизводится отрицательное изображеніе той части гравюры, которая выставлялась на солнце, а часть, которая была закрыта экраномъ, не воспроизводится. Если гравюру, подвергнутую дѣйствію солнечныхъ лучей, оставить на нѣсколько часовъ въ прикосновеніе съ бѣлой бумагой и потомъ эту бумагу наложить на фотографическую, то на послѣдней получится слабое изображеніе частей гравюры, выставлявшихся на солнце. Подобныя же явленія получаются при замѣщеніи гравюры пестрымъ мраморомъ подвергнутымъ дѣйствію свѣта; невидимыя на бумагѣ черты сдѣланныя флюоресцирующимъ тѣломъ, напр.: сѣрнокислымъ хининомъ, послѣ дѣйствія на нихъ солнечныхъ лучей, также воспроизводятся на фотографической бумагѣ. Бумага подвергнутая дѣйствію солнечныхъ лучей, при сохраненіи въ темной, герметически закупоренной трубкѣ, довольно долго удерживаетъ способность производить

отпечатокъ. Нужно замѣтить, что многія приписывали эти явленія химическимъ отдѣленіямъ, производимымъ веществомъ, которое выставлялось на солнце, и какъ бы подвергнулось при этомъ химическому измѣненію. Желательно бы дождаться дальнѣйшихъ опытовъ, для составленія рѣшительнаго мнѣнія объ этомъ предметѣ.

Сходства между распространеніемъ звука и свѣта весьма многочисленны: оба распространяются по прямымъ линіямъ; не встрѣтятъ препятствія оба пока отражаются одинаковымъ образомъ: углы паденія и отраженія равны; оба или совсѣмъ уничтожаются, или удваиваются въ силѣ отъ интерференціи; оба переломляются, когда переходятъ черезъ среду различной плотности; переломленіе звука, давно выведенное теоретически, доказано Зондгаусомъ на опытѣ: устроивъ чечевицу изъ тонкихъ пленокъ колодіума, и наполнивъ ее углекислотой, онъ могъ слышать чрезъ нее ходъ карманныхъ часовъ, помѣщенныхъ въ фокусѣ чечевицы, если подставлялъ ухо къ сопряженному фокусу; ходъ не былъ слышенъ, когда часы удалялись отъ фокуса, хотя бы оставались на томъ же разстояніи отъ уха. Одинъ опытъ Дове, повидимому, обнаруживаетъ даже поляризацію звука.

Явленія теплоты, по законамъ динамической теоріи, не могутъ быть объяснены движеніемъ невѣсомаго эфира, но необходимо требуютъ частичнаго дѣйствія обыкновенной вѣсомой матеріи. Ученіе о распространеніи теплоты сотрясеніями обыкновенной матеріи принимается всѣми, защищающими динамическую теорію теплоты; на сходство явленій, представляемыхъ теплотой и свѣтомъ, такъ близко, что я не могу понять, какимъ образомъ теорія, приложимая къ одному изъ дѣятелей, неприложима къ другому. Когда передается, отражается, преломляется, или поляризуется те-

плота, мы разсматриваемъ эти явленія какъ свойства обыкновенной матеріи; а когда тѣ же самыя явленія происходятъ со свѣтомъ, мы разсматриваемъ ихъ какъ дѣйствія невѣсомаго эфира, только его одного.

Возраженіе, являющееся само собою противъ эфирной гипотезы свѣта, заключается въ томъ, что самыя пористыя тѣла непрозрачны; пробка, уголь, пемза, сухое и сырое дерево и др.—всѣ очень пористы и очень легки, но не пропускаютъ свѣтъ; это возраженіе не такъ поверхностно какъ кажется съ перваго взгляда. Теорія, которая принимаетъ свѣтъ за волнообразное движеніе среды, проникающей грубую матерію, допускаетъ существованіе чрезвычайно большихъ разстояній между частицами или атомами матеріи. Демокритъ и позднѣйшіе философы уподобляли матерію звѣздному своду, въ которомъ хотя отдѣльныя тѣла и находятся на огромныхъ разстояніяхъ другъ отъ друга, всетаки въ совокупности имѣютъ характеръ цѣлаго, и прочно удерживаются притяженіемъ въ своихъ относительныхъ положеніяхъ, на опредѣленныхъ разстояніяхъ. Но если матерія состоитъ изъ отдѣльныхъ частицъ, то наиболѣе легкія тѣла, должны быть именно тѣ, въ которыхъ частицы находятся на самыхъ большихъ разстояніяхъ другъ отъ друга, и слѣдовательно тѣ, которыхъ отдѣльныя частицы наименѣе задерживаютъ проникающее до нихъ колебаніе; такія тѣла должны быть очевидно болѣе прозрачными.

Далѣе, если уподобленіе матеріи звѣздному своду имѣетъ какое нибудь значеніе, то каждое колебаніе или волна, встрѣчая на своемъ пути отдѣльныя частицы, будетъ раздроблена по числу послѣднихъ. Видъ настоящей сплошности, происходящій, какъ въ млечномъ пути, отъ того, что каждая точка поля зрѣнія занята одной изъ частицъ, показалъ бы, что на

нѣкоторомъ протяженіи волна прервется одною изъ частицъ; такимъ образомъ совокупность частицъ можно разсматривать какъ слой обыкновенной матеріи, внутри эфирнаго пространства.

Даже допустивъ, что весьма упругая среда наполняетъ промежутки, всетаки отдѣльныя массы, взятыя въ ихъ совокупности, должны оказывать весьма значительное вліяніе на распространеніе волнъ. Звукъ или колебаніе воздуха, встрѣчая преграду, которую можно сравнить съ губкой, состоящей изъ отдѣльныхъ частицъ, разсѣевается ими во всѣ стороны; но если эти же частицы на столько сплочены, что могутъ принять участіе въ колебаніяхъ и распространяютъ ихъ, звукъ будетъ продолжать свой путь, почти не измѣняясь въ силѣ.

Что же касается до жидкихъ и газообразныхъ тѣлъ, то крайне затруднительно принимать ихъ за совокупность отдаленныхъ другъ отъ друга частицъ. Если мы, напримѣръ, согласно съ Юнгомъ допустимъ, что въ водѣ частицы находятся относительно на такихъ же разстояніяхъ одна отъ другой, какъ 100 человѣкъ размѣщенные равномѣрно на поверхности Англіи, то разстояніе между тѣми же частицами, когда вода обратится въ паръ, увеличилось бы болѣе, чѣмъ въ сорокъ разъ, такъ какъ вмѣсто ста человѣкъ нужно было бы вообразить двухъ. Съ дальнѣйшимъ увеличиваніемъ температуры разстояніе между частицами можетъ быть неопредѣленно увеличено; присоединяя же къ дѣйствіямъ температуры разрѣженіе воздушнымъ насосомъ, мы можемъ еще болѣе раздвинуть частицы, такъ что, принявъ какое нибудь разстояніе за первоначальное между частицами, мы могли бы посредствомъ расширенія увеличить его до такой степени, что это разстояніе между двумя частицами можно бы было наконецъ измѣрить; однако никакое расширеніе газа теплотой, воздушнымъ насосомъ или тою

и другимъ вмѣстѣ, не производитъ ни малѣйшаго нарушенія въ видимой сплошности его; и я нашелъ, что газы удерживаютъ свой отличительный характеръ,—на сколько можно судить объ этомъ по ихъ вліянію на электрическую искру,—хотя бы они были доведены до самаго крайняго разрѣженія, котораго только можно достигнуть опытомъ; электрическая искра въ перекиси азота, хотя бы самаго разрѣженнаго, все таки представляется съ малиновымъ оттѣнкомъ, въ окиси углерода—съ зеленоватымъ.

Не вдаваясь однако въ метафизическій и вѣроятно неразрѣшимый вопросъ о строеніи матеріи (кто бы ни былъ правъ: атомисты или послѣдователи Босковича); даже допуская, что эфирная среда, какъ увѣряютъ многіе, не абсолютно невѣсома, но только чрезвычайно тонка, и проникаетъ всѣ тѣла, все таки обыкновенная или неэфирная матерія должна имѣть огромное вліяніе на передачу свѣта, и Юнгъ, возстававшій противъ теоріи Эйлера, по которой свѣтъ подобно звуку передается колебаніями частицъ обыкновенной матеріи, впослѣдствіи самъ былъ принужденъ принять сотрясенія этой вѣсомой матеріи въ преломляющихъ тѣлахъ, чтобы объяснить неодинаковое преломленіе различныхъ лучей свѣта и другія явленія.—Одинъ изъ его доводовъ въ пользу существованія все проникающаго эфира заключается въ томъ, что „электрическія явленія несомнѣнно доказываютъ существованіе среды, по многимъ своимъ свойствамъ подобной той, которую называютъ эфиромъ“. Но этотъ доводъ, если мнѣ позволено будетъ обсуждать мнѣніе столь знаменитаго человѣка, я нахожу недостаточно логичнымъ: мнѣ кажется, это значитъ одну гипотезу подтверждать другою и принимать за доказанное то, что

даже самые упорные защитники теорiи эфира считаютъ далеко не безошибочнымъ.

Возраженiе, что обыкновенная матерiя недостаточно упруга для передачи волненiй съ такою большою скоростью, какова скорость свѣта, отчасти справедливо, если принять колебанiя свѣта совершенно подобными колебанiямъ звука. Но что частичное движенiе можетъ передаваться со скоростью равною или даже большею скорости свѣта, доказываетъ передача электричества по металлической проволокѣ, гдѣ несомнѣнно принимаетъ участiе каждая частица металла. Сверхъ того, изъ опытовъ Латимера Клерка надъ проволокой въ 760 англ. миль оказалось, что какова бы ни была напряженность электрическаго тока, онъ распространяется съ одинаковою скоростью, если только дѣйствiе боковой индукцiи одно и тоже;—это явленiе совершенно аналогично съ подобными же явленiями, замѣчаемыми при распространенiи свѣта и звука. Уменьшенiе скорости свѣта съ увеличенiемъ плотности средины, замѣченное Физо и Фуко, говоритъ, кажется, въ пользу проводимаго здѣсь взгляда: чѣмъ большую степень теплоты производитъ свѣтъ при увеличенiи плотности среды, тѣмъ больше уничтожается его сила, и тѣмъ больше нарушается частичное строенiе, такъ что распространенiе движенiя еще болѣе замедляется. Но въ этомъ вопросѣ слѣдуетъ принять въ разсчетъ столько обстоятельствъ и явленiе до такой степени сложно, что было бы опрометчиво высказать какое либо положительное мнѣнiе.

Юнгъ окончательно пришелъ къ тому заключенiю, что проще всего представить себѣ, что эфиръ, вмѣстѣ съ матерiальными атомами тѣлъ, составляетъ среду, болѣе плотную чѣмъ чистый эфиръ, но менѣе упругую. Эфиръ, по этому взгляду,

играетъ роль масла, которымъ пропитана бумага; онъ сообщаетъ непрерывность частицамъ грубой матеріи; и кромѣ того, самъ по себѣ образуетъ въ междупланетныхъ пространствахъ среду, передающую свѣтовыя волны.

Съ того времени, какъ Гюйгенсъ, Эйлеръ и Юнгъ, основатели теоріи волнообразнаго движенія, занялись изслѣдованіемъ этаго предмета, накопилось много фактовъ, подтверждающихъ предположеніе, что всегда, когда матерія передающая или отражающая свѣтъ претерпѣваетъ измѣненіе въ своемъ строеніи, она измѣняетъ и самый свѣтъ; и что есть связь между измѣненіемъ матеріи и измѣненіемъ свойствъ свѣта; и что на оборотъ, свѣтъ видоизмѣняетъ строеніе матеріи и сообщаетъ ея частицамъ новыя качества.

Прозрачность, непрозрачность, преломленіе, отраженіе и цвѣтность извѣстны были давно; но не было обращено достаточно вниманія на частичное состояніе тѣлъ, производящее эти явленія. Прозрачность или непрозрачность, повидимому, вполнѣ зависитъ отъ расположенія частицъ тѣла; такъ если на лупѣ или стеклѣ, въ которое смотрятъ на предметъ, есть царапины, то видъ предмета искажается: съ увеличеніемъ числа царапинъ—искаженіе увеличивается до такой степени, что предметъ дѣлается невидимымъ и самое стекло перестанетъ быть прозрачнымъ, хотя и останется просвѣчивающимъ; но измѣняя вполнѣ частичное строеніе стекла, напримѣръ, посредствомъ медленнаго отвердѣванія, его можно сдѣлать совершенно непрозрачнымъ. Возьмемъ еще для примѣра жидкость и газъ: растворъ мыла прозраченъ, воздухъ также, но всболтавъ ихъ вмѣстѣ, такъ чтобы образовалась пѣна, получимъ тѣло уже непрозрачное, хотя и образованное изъ двухъ прозрачныхъ тѣлъ; и отраженіе свѣта отъ поверхности ихъ по-

слѣ смѣшенія совершенно иное, чѣмъ до смѣшенія; въ одномъ случаѣ отраженіе производитъ общее впечатлѣніе бѣлизны, въ другомъ — изображеніе предметовъ съ ихъ настоящими формами, цвѣтами. Приведемъ менѣе грубый примѣръ: азотъ совершенно безцвѣтенъ, кислородъ также, но соединенные химически, въ опредѣленномъ вѣсовомъ отношеніи, они образуютъ азотистую кислоту, газъ оранжево-темнаго цвѣта. Я не знаю какимъ образомъ цвѣтъ этаго газа, или, напримѣръ, такихъ газовъ, какъ хлоръ и пары іода, можно объяснить по эфирной гипотезѣ, независимо отъ частичныхъ свойствъ матеріи этихъ газовъ.

Цвѣтъ часто зависитъ отъ толщины пластинки или слоя прозрачной матеріи, на которую падаетъ свѣтъ; какъ это замѣчается въ такъ называемыхъ цвѣтахъ тонкихъ пластинокъ, прекраснымъ примѣромъ которыхъ могутъ служить мыльные пузыри.

Разсматривая новѣйшія открытія: двойное переломленіе и поляризацію, находимъ, что свѣтъ нѣкоторымъ образомъ даетъ намъ понятіе о внутреннемъ строеніи тѣлъ, на которыя онъ падаетъ; и кристаллическая форма тѣла можетъ быть опредѣлена по тѣмъ дѣйствіямъ, которыя обнаруживаетъ маленькій обломокъ кристалла на свѣтовой лучь. Помѣстимъ пластинку хорошаго стекла въ такъ называемый полярископъ, приборъ, въ которомъ свѣтъ, подвергаясь поляризаціи, передается чрезъ испытуемое вещество и потомъ снова падаетъ на поляризующее тѣло, называемое анализаторомъ; при этомъ мы не замѣтимъ никакой перемѣны въ дѣйствіи свѣта. Но нагрѣемъ и быстро охладимъ стекло, другими словами, закалимъ его, чтобы частицы пришли въ напряженное ненормальное состояніе, помѣщая его снова въ полярископъ, мы увидимъ прекрасныя

разноцвѣтныя линіи. Вмѣсто того, чтобы подвергать стекло дѣйствію теплоты и внезапному охлажденію, можно согнуть или сжать его механическимъ давленіемъ, и цвѣтныя линіи одинаково будутъ видимы, они будутъ измѣняться сообразно направленію изгиба и своимъ расположеніемъ означатъ кривыя линіи, по которымъ измѣнилось частичное строеніе стекла отъ давленія. Подобныя явленія обнаруживаютъ густой клей, если его растянуть и дать окрѣпнуть въ растянутомъ состояніи; онъ преломляетъ свѣтъ вдвойнѣ. Свѣтъ, и цвѣтныя линіи показываются въ немъ какъ и въ стеклѣ. Въ нѣкоторыхъ кристаллахъ образуются при подобномъ изслѣдованіи различныя фигуры, которыя находятся постоянно въ опредѣленной зависимости отъ строенія каждаго кристалла и отъ направленія луча свѣта относительно кристаллической формы.

Въ кристаллическихъ соляхъ виннокаменной кислоты Пастеръ нашелъ два рода кристалловъ, которые геміэдричны въ противоположныхъ направленіяхъ, т. е. кристаллы одного рода представляютъ какъ бы изображеніе въ зеркалѣ кристалловъ другаго рода; приготовивъ отдѣльные растворы кристалловъ обоихъ родовъ, онъ нашелъ, что растворы одного рода отклоняютъ плоскость поляризаціи направо; растворы другаго рода отклоняютъ ее налѣво; и что смѣсь опредѣленныхъ количествъ обоихъ растворовъ не производитъ ни какого отклоненія плоскости поляризаціи. Не смотря на то, всѣ эти три раствора, какъ выражаются, изомерны, т. е. на сколько можно въ этомъ убѣдиться, — имѣютъ одинъ и тотъ же химическій составъ.

Эти и другія многочисленныя явленія показываютъ, что измѣненіе въ строеніи прозрачнаго вещества, измѣняетъ характеръ и дѣйствіе проходящаго свѣта. Фотографическія про-

цессы доказываютъ, что свѣтъ измѣняетъ химическое строеніе матеріи, подверженой его дѣйствію. Даже въ самомъ органѣ зрѣнія, продолжительность изображеній на сѣтчатой оболочкѣ, по видимому, указываетъ на измѣняемость ея строенія подъ вліяніемъ свѣта; т. е. какъ будто свѣтовыя впечатлѣнія отпечатываются на сѣтчатой оболочкѣ, и слѣдъ такого отпечатка производитъ воспоминаніе о видѣнномъ. Наука фотографіи преимущественно занимается твердыми веществами; но есть много примѣровъ измѣненія жидкихъ и газообразныхъ тѣлъ отъ дѣйствія свѣта: такимъ образомъ, синильная кислота, жидкость, подъ вліяніемъ свѣта подвергается химическому измѣненію и отдѣляетъ твердое углевидное соединеніе. Хлоръ и водородъ, смѣшанные и сохраняемые въ темнотѣ, не соединяются; но выставленные на свѣтъ, они быстро образуютъ хлористо-водородную кислоту.

Упомянутые факты и множество другихъ, которые можно бы было привести, очевидно говорятъ въ пользу связи между свѣтомъ и движеніемъ обыкновенной матеріи и показываютъ, что многія изъ доступныхъ нашимъ чувствамъ проявленій свѣта производятся измѣненіями самой матеріи. Когда матерія находится въ твердомъ состояніи, эти измѣненія болѣе или менѣе постоянны; когда же она въ жидкомъ или въ газообразномъ состояніи, они по большей части непродолжительны, покрайней мѣрѣ если при этомъ не обнаруживается ни какого химическаго измѣненія, которое какъ бы упрочиваетъ само себя, образуя соединеніе, болѣе постоянное, нежели первоначальное соединеніе или смѣсь. Я могъ бы утомить моихъ читателей примѣрами, доказывающими, что во всѣхъ случаяхъ, доступныхъ точному изслѣдованію, свѣтовыя явленія видоизмѣняются отдѣльно перемѣнами въ строеніи матеріи, что

свѣтъ находится въ опредѣленной связи со строеніемъ тѣлъ, на которыя дѣйствуетъ. Но я не могу согласиться съ предположеніемъ, которое принимаетъ, что эфиръ, эта чисто гипотетическая сущность, измѣняется въ упругости при каждомъ измѣненіи строенія матеріи; принимаетъ, что онъ наполняетъ поры тѣлъ, скважность которыхъ еще невполнѣ доказана; что наконецъ эти поры имѣютъ опредѣленное и особенное сообщеніе, необходимое для цѣлей теоріи.

Эфиръ чрезвычайное удобное убѣжище — для гипотезъ: если для объясненія какого нибудь явленія гипотеза требуетъ, чтобы эфиръ былъ болѣе упругъ, — его считаютъ болѣе упругимъ; чтобъ онъ былъ болѣе плотенъ, — его принимаютъ болѣе плотнымъ; если гипотезѣ нужно, чтобъ былъ менѣе упругъ, такъ и этому не трудно пособить; — просто говорятъ, что онъ менѣе упругъ и такъ далѣе. Защитники эфирныхъ гипотезъ конечно имѣютъ то преимущество, что эфиръ, какъ гипотетическая сущность, можетъ видоизмѣняться, какъ имъ угодно, и нѣтъ никакой возможности ни доказать, ни опровергнуть ни его существованія, ни его измѣненія. Поэтому нѣтъ ничего удивительнаго, что тщательныя математическія изслѣдованія по свѣту и по электричеству дали ненадлежащее а случайное подкрѣпленіе гипотезѣ, на которой сами основаны.

Одно сильное возраженіе, которое можно сдѣлать противъ проводимаго мною взгляда, заключается въ неизбѣжности принять всеобщее распространеніе матеріи, потому что, если свѣтъ, теплота, электричество и пр. суть дѣйствія обыкновенной матеріи, матерія должна существовать повсюду, гдѣ обнаруживаются эти дѣятели, и слѣдовательно вовсе не можетъ быть пустоты. Между тѣмъ, эти силы передаются чрезъ то, что называется пустотой, чрезъ междупланетныя пространства, гдѣ

матерія, если она и существуетъ, должна находиться въ весьма разрѣженномъ состояніи.

Можно съ увѣренностью принять, что до сихъ поръ всѣ попытки получить вполнѣ пустое пространство, не имѣли успѣха. Обыкновенный воздушный насосъ даетъ намъ только весьма разрѣженный воздухъ; иначе и быть не можетъ на основаніи его устройства, даже при наибольшемъ совершенствѣ разрѣжающее дѣйствіе зависитъ отъ неопредѣленной расширяемости воздуха подъ колоколомъ. Но даже въ пустотѣ, полученной посредствомъ такого насоса, стремленіе матеріи наполнять пространство такъ велико, что въ дистилированной водѣ, помѣщенной въ сосудѣ подъ колоколомъ хорошаго насоса, я замѣчалъ жирный запахъ, происходившій отъ сала или летучаго масла, содержащагося въ салѣ, которое употребляютъ для уничтоженія доступа наружному воздуху подъ колоколомъ. Торичелліева пустота или пустота обыкновеннаго барометра наполнена парами ртути; но любопытно узнать, въ чемъ состояло бы дѣйствіе совершенной торичелліевой пустоты, полученной замораживаніемъ ртути въ трубкѣ. Этого можно было бы теперь достигнуть, безъ особенно большихъ затрудненій, употребленіемъ твердой углекислоты и эфира; единственное вѣроятное затрудненіе можетъ произойти отъ различной сжимаемости ртути и стекла при такомъ значительномъ холодѣ, и особенно отъ сжимаемости ртути во время отвердѣванія. Дэви однако пытался получить совершенную пустоту, нѣсколько подобнымъ путемъ, надъ расплавленнымъ оловомъ; но не вполнѣ успѣлъ въ этомъ; онъ дѣлалъ еще много другихъ попытокъ получить совершенную пустоту. Его главною цѣлью было узнать, въ чемъ состояло бы дѣйствіе электричества въ абсолютномъ пустомъ пространствѣ: онъ сознает-

ся, что не могъ произвести совершенной пустоты, но только нашелъ, что электричество значительно труднѣе передавалось чрезъ совершеннѣйшую изъ полученныхъ имъ пустотъ, нежели чрезъ обыкновенную Бойлеву пустоту.

Морганъ вовсе не нашелъ передачи электричества чрезъ хорошую торичелліеву пустоту, и хотя Дэви невполнѣ довѣряетъ его опытамъ, но съ одной стороны они менѣе подвержены ошибкѣ, чѣмъ опыты Дэви. Морганъ производилъ свои опыты, по видимому, весьма тщательно, съ герметически запаянными стеклянными трубками и съ индуктированнымъ электричествомъ; тогда какъ Дэви запаивалъ платиновую проволоку въ концы трубки, въ которой старался произвести пустоту. Я нашелъ изъ многочисленныхъ опытовъ, произведенныхъ мною съ цѣлью извлечь воздухъ изъ воды, что платиновыя проволоки, какъ бы тщательно они ни были запаены въ стекло, всегда позволяютъ просачиваться жидкости въ остающіеся промежутки; а изъ этого можно съ полнымъ основаніемъ заключить, что и газы могутъ проходить тѣмъ же путемъ; въ самомъ дѣлѣ, я наблюдалъ такое явленіе въ газовой батареѣ, дѣйствовавшей въ теченіи долгаго времени. Дэви допускалъ, что частицы тѣлъ могутъ отрываться и тѣмъ самымъ производить электрическія дѣйствія въ пустотѣ; а такія дѣйствія гораздо легче могли имѣть мѣсто въ его опытахъ, гдѣ проволока проникала въ пустое пространство, нежели въ опытахъ Моргана, гдѣ индуктированное электричество распространялось по поверхности стекла.

Массонъ нашелъ, что барометрическая пустота не производитъ электрическаго тока или даже разряженія, если только напряженіе незначительно и недостаточно для отрыванія ча-

стицъ отъ электродовъ. Примѣняя на опытѣ мысль Андреуса, Гассіо, посредствомъ поглощенія углекислоты ѣдкимъ кали, успѣлъ получить пустоту, чрезъ которую не могло пройти разряженіе сильной спирали Румкорфа.

Запахъ, распространяемый многими металлами, каковы: желѣзо, олово, цинкъ, и такъ называемое термографическое лучеиспусканіе, трудно объяснить иначе, какъ испареніемъ безконечно малаго количества самаго металла. Стремленіе матеріи разсѣеваться въ пространствѣ такъ обще и такъ замѣтно, что дало поводъ древнимъ сказать, что природа боится пустоты; этотъ афоризмъ, хотя запутанный и осмѣянный самодовольствомъ нѣкоторыхъ позднѣйшихъ физиковъ, заключаетъ въ изящной, хотя нѣсколько метафорической формѣ, глубокую истину; кромѣ того онъ показываетъ, что первые наблюдатели, обобщившіе этимъ выраженіемъ извѣстные имъ факты, отличались обширною наблюдательностью, не смотря на то, что ихъ способы изслѣдованія были ограниченнѣе нашихъ.

Принимаютъ, что если матерія способна къ безконечной дѣлимости, то земная атмосфера не имѣла бы предѣловъ; а слѣдовательно части ея существовали бы въ тѣхъ мѣстахъ пространства, гдѣ притяженіе солнца и планетъ больше притяженія земли, а по этому, — воздухъ долженъ бы былъ отдаляться отъ земли, стекаться къ этимъ тѣламъ и образовать атмосферы вокругъ нихъ. Этотъ вопросъ считали отрицательно рѣшеннымъ ссылкою на извѣстную рукопись Волластона. Изъ отсутствія замѣтнаго преломленія свѣта около краевъ солнца и юпитера, Волластонъ счелъ себя вправѣ заключить, что расширяемость земной атмосферы имѣетъ предѣлы, и на нѣкоторомъ разстояніи отъ земли уравновѣшивается притяженіемъ. Такой выводъ Уэвель считаетъ недостаточнымъ и Виль-

сонъ также оспаривалъ его на другихъ основаніяхъ. Въ сочиненіи Волластона упущена изъ виду одна сторона предмета, которой онъ, повидимому, не принялъ въ разсчетъ, именно: ничѣмъ не доказано, что видимые диски солнца и юпитера представляютъ намъ ихъ дѣйствительные диски или тѣла. Вильямъ Гершель принималъ края видимыхъ дисковъ за облака или за особенное состояніе атмосферы, и быстрыя измѣненія характера видимыхъ поверхностей этихъ небесныхъ тѣлъ дѣлаютъ такое заключеніе очень правдоподобнымъ. Если это справедливо, то рефракція покрываемой звѣзды не можетъ быть обнаружена, по крайней мѣрѣ въ плотнѣйшихъ частяхъ атмосферы.

Наблюденія В. Гершеля доказываютъ, что солнце и юпитеръ имѣютъ плотныя атмосферы, тогда какъ Волластонъ надѣялся доказать, что у нихъ нѣтъ замѣтныхъ атмосферъ. Если допустить, что солнце и планеты имѣютъ атмосферы, — что въ настоящее время почти несомнѣнно, — то основанія выводовъ Волластона падаютъ сами собою и нѣтъ никакой причины, почему бы атмосферамъ различныхъ планетъ не быть между собою въ равновѣсіи. Эфиръ, или въ высшей степени рѣдкая матерія, существующая въ междупланетныхъ пространствахъ, былъ бы въ этомъ случаѣ расширеніемъ нѣсколькихъ или всѣхъ такихъ атмосферъ, или наиболѣе летучихъ частей ихъ, и служилъ такимъ образомъ проводникомъ различныхъ видовъ движенія, которые называются свѣтомъ, теплотой и проч.; малѣйшія части такихъ атмосферъ могли бы, при постепенномъ измѣненіи, переходить отъ планеты къ планетѣ, образуя нѣчто въ родѣ матеріальной связи между отдѣльными монадами вселенной.

Изложенный здѣсь взглядъ сближаетъ теорію распростра-

нения свѣта волнообразными колебаніями частицъ обыкновенной матеріи съ двумя другими теоріями, которыя также не допускаютъ существованія пустаго пространства; потому что по теоріи истеченій пространство наполнено свѣтовой, теплородной и другими матеріями; а по теоріи эфира пространство наполнено всепроникающимъ эфиромъ. Что въ междупланетныхъ пространствахъ дѣйствительно существуетъ матерія, доказывается уменьшеніемъ орбитъ кометъ. Такъ какъ характеръ этой матеріи нельзя обнаружить по причинѣ ея чрезвычайной разрѣженности; то слово эфиръ есть наиболѣе удобное названіе для такого рода средины.

У Ньютона находится нѣсколько любопытныхъ мѣстъ о сущности свѣта. Въ своихъ «Вопросахъ объ оптикѣ» (Queries to the Optics) онъ говоритъ:—«Не превращаются ли грубыя тѣла и свѣтъ другъ въ друга, и не заимствуютъ ли тѣла многое изъ своей дѣятельности отъ частицъ свѣта, входящихъ въ ихъ составъ?»... «Превращеніе тѣлъ въ свѣтъ и свѣта въ тѣла совершенно согласно съ общимъ ходомъ явленій природы, которая, кажется, наслаждается такими превращеніями. Вода, весьма жидкая, безвкусная соль, измѣняется теплотой въ паръ, подобный воздуху, а холодомъ въ ледъ—крѣпкій, ломкій, плавкій, прозрачный камень, и этотъ камень опять становится водой отъ теплоты, и паръ становится водой отъ холода.»... «И почему бы среди такихъ разнообразныхъ и странныхъ преобразованій, природа не превращала тѣла въ свѣтъ и свѣтъ въ тѣла?»... Ньютонъ здѣсь вѣроятно имѣлъ въ виду теорію истеченій свѣта; но эти мѣста одинаково приложимы ко всякой теоріи; сходство подмѣченное имъ между измѣненіемъ состоянія матеріи, когда она является въ видѣ льда, воды, паровъ, и гипотетическимъ измѣненіемъ тѣлъ въ свѣтъ очень поразительно; и повидимому показы-

ваетъ, что онъ смотрѣлъ на измѣненія или превращенія, о которыхъ говоритъ, какъ на нѣчто подобное извѣстнымъ измѣненіямъ въ состояніи или плотности обыкновенной матеріи.

Различіе между защищаемымъ мною взглядомъ и эфирной теоріей, въ ея обыкновенномъ видѣ, состоитъ въ томъ, что я принимаю матерію, которая въ междупланетныхъ пространствахъ своими сотрясеніями передаетъ свѣтъ и теплоту, за такъ называемую грубую матерію, т. е. за матерію, обладающую обыкновенными свойствами, между прочимъ и вѣсомъ. Но, по причинѣ ея чрезвычайной разрѣженности, эти качества обнаруживаются почти безконечно мало. На поверхности земли эта матерія достигаетъ плотности, доступной нашему измѣренію и эта сгущенная матерія, главнымъ образомъ, и служитъ проводникомъ волнообразныхъ движеній, изъ которыхъ состоятъ свѣтъ, теплота, и пр. Безъ сомнѣнія, матерія, въ большинствѣ принимаемыхъ ею формъ,—пориста и проницаема для многихъ летучихъ веществъ, которыя могутъ различаться по своимъ свойствамъ, какъ различаются между собою различныя формы матеріи. Отъ этого можетъ произойти сложная среда, въ родѣ принятой Юнгомъ. Но даже при такомъ предположеніи, болѣе плотная матерія вѣроятно обнаруживала бы болѣе сильное вліяніе на колебанія. Возвращаясь къ нѣсколько натянутому сравненію, по которому частицы плотной матеріи въ твердыхъ тѣлахъ находятся на разстояніяхъ пропорціональныхъ разстояніямъ звѣздъ на небѣ, все таки найдемъ, что, при нѣкоторой толщинѣ твердаго тѣла, на каждой точкѣ его объема волна встрѣтитъ частицу, препятствующую дальнѣйшему распространенію волнообразнаго движенія, и эта частица, чтобы не препятствовать движенію, должна сотрясаться въ тактъ съ волною.

Итакъ, въ результатѣ мы имѣемъ, съ одной стороны гипотезу, по которой всюду, гдѣ существуютъ теплота, свѣтъ и др. силы, существуетъ и обыкновенная матерія, хотя можетъ быть до такой степени разрѣженная, что нельзя распознать ее при помощи другихъ ея проявленій, каково напримѣръ тяготѣніе, и что расширяемости матеріи нельзя назначить предѣла. Съ другой стороны, имѣемъ гипотезу, принимающую особеннаго рода невѣсомую матерію, существованіе которой хотя и не очевидно, но необходимо для объясненія явленій. Для объясненія явленій принимаютъ эфиръ, а для доказательства существованія эфира ссылаются на явленія. По этой и другимъ упомянутымъ причинамъ, я полагаю, что безошибочнѣе принять повсемѣстное распространеніе обыкновенной матеріи.

Мнѣ, вѣроятно также какъ и другимъ, часто представлялся такой вопросъ: безконечно ли продолжается свѣтовой импульсъ въ междупланетномъ пространствѣ, или на нѣкоторомъ разстояніи онъ разсѣвается и перестаетъ быть свѣтомъ? Я не подразумѣваю здѣсь уменьшеніе силы свѣта пропорціонально квадратамъ разстояній, а только спрашиваю: не ослабѣваетъ ли физическій импульсъ, т. е. не уменьшается ли такъ называемая живая сила свѣта по мѣрѣ распространенія? Согласно проводимому мною взгляду и по сущности теоріи волнообразнаго движенія, должно существовать нѣкоторое сопротивленіе этому движенію. Если только матерія или эфиръ въ междупланетномъ пространствѣ не безконечно упругъ и если есть хоть малѣйшія побочныя дѣйствія на лучь свѣта, то неизбѣжно должна происходить нѣкоторая потеря свѣта. Что эта потеря чрезвычайно мала, доказываетъ разстояніе проходимое свѣтомъ. Звѣзды, параллаксъ которыхъ извѣстенъ, находятся на такомъ разстояніи отъ земли, что ихъ свѣтъ,

проходя по 192,500 англ. миль въ секунду, употребляетъ болѣе десяти лѣтъ на переходъ къ землѣ; такъ что мы видимъ эти звѣзды такими, какими онѣ были десять лѣтъ назадъ. Среднее разстояніе наилучше видимыхъ звѣздъ вѣроятно значительно больше, и все таки ихъ блескъ очень великъ, и если ихъ разсматривать въ телескопы, то, при равныхъ другихъ обстоятельствахъ, блескъ ихъ увеличивается пропорціонально площади предметнаго стекла или зеркала. Впрочемъ, предположеніе о потерѣ свѣта въ междупланетномъ пространствѣ, или о преобразованіи его въ другую силу—имѣетъ нѣсколько спекулятивный характеръ.

Каждое увеличеніе силы телескопа открываетъ новыя пространства видимыхъ звѣздъ. Если, при отсутствіи потери въ свѣтѣ, такое расширеніе звѣзднаго міра будетъ неопредѣленно возрастать, если неподвижныя звѣзды среднимъ числомъ равны по размѣрамъ солнцу, и свѣтъ сохраняется весь, исключая того, который теряется только вслѣдствіе расхожденія лучей, то ночь была бы также свѣтла какъ день. Потому что, хотя напряженность свѣта отъ каждой точки уменьшается какъ квадраты разстояній, число свѣтящихся точекъ наполнило бы все пространство вокругъ насъ; а если каждая точка пространства занята одинаково съ свѣтящейся точкой свѣта, разстояніе точекъ сдѣлается ничего незначущимъ. Потеря свѣта отъ поглощенія его звѣздными тѣлами не составила бы никакой разницы въ цѣломъ количествѣ свѣта, потому что каждая звѣзда испускала бы по крайней мѣрѣ столько же свѣта, сколько поглощала его. Конечно, свѣтъ можетъ задерживаться темными тѣлами, каковы планеты, но, принимая въ разсчетъ даже и это, трудно понять, почему мы ночью получаемъ такъ мало свѣта отъ звѣзднаго міра, если не предположить, что свѣтъ теряется на своемъ пути чрезъ

пространство, теряется не абсолютно, что привело бы къ уничтоженію силы,—но превращается въ другой видъ движенія.

Можно возразить, что такая гипотеза принимаетъ безконечность звѣзднаго міра; если ее довести до крайности, такъ чтобы ночной свѣтъ былъ равенъ дневнему, предполагая, что свѣтъ отъ звѣздъ не теряется, то и тогда нужно принимать безконечность міра. Но это предположеніе гораздо разумнѣе предположенія ограниченности міра. Опытъ не даетъ намъ предѣла, каждое усовершенствованіе въ силѣ телескопа открываетъ намъ новыя царства звѣздъ или туманностей, которыя представляютъ если не звѣздныя кучи, во всякомъ случаѣ—самосвѣтящіяся матеріи; и если мы допустимъ существованіе предѣла вселенной—то гдѣ онъ? Мы не можемъ понять физическаго предѣла, потому что непосредственно возбуждается вопросъ, чѣмъ ограниченъ этотъ предѣлъ? Предположить, что звѣздный міръ ограниченъ безпредѣльнымъ пространствомъ или неопредѣленнымъ хаосомъ, значитъ предположить, что матерія опредѣленной формы съ опредѣленными силами и вѣроятно наполненная опредѣленными органическими существами, погружена въ міръ небытія. Мнѣ кажется, по крайней мѣрѣ, что гораздо раціональнѣе принять неограниченность матеріи, существующей въ формахъ и дѣйствіяхъ подобныхъ тѣмъ, которыя наполняютъ доступное нашимъ изслѣдованіямъ пространство. Но, не предаваясь метафизическимъ вопросамъ, въ которыхъ теряется мысль, можно бы предполагать, что большое количество свѣта достигло бы до насъ отъ окружающихъ самосвѣтящихся сферъ, если бы не терялась нѣкоторая часть свѣта отъ дѣйствія его на передающую среду. Въ какую силу онъ превращается, или въ чемъ состоитъ его дѣйствіе, разсуждать объ этомъ было бы тщетно.

МАГНЕТИЗМЪ.

Магнетизмъ, какъ было доказано знаменитымъ открытіемъ Фарадэ, производитъ электричество, но съ тою особенностью, что онъ самъ по себѣ сила статическая, и потому можетъ произвести динамическое дѣйствіе только тогда, когда ему самому сообщено движеніе. Самъ по себѣ онъ только направляетъ движеніе, а не сообщаетъ его; измѣняетъ направленіе другихъ силъ, но не производитъ ихъ. Трудно составить себѣ опредѣленное понятіе о магнитной силѣ и ея образѣ дѣйствія на другія силы. Слѣдующее сравненіе можетъ дать, правда очень грубое, представленіе о магнитной полярности.

Положимъ, нѣсколько флюгеровъ, въ видѣ стрѣлокъ, обращены въ разныя стороны, но могутъ вертѣться на иглахъ, расположенныхъ въ рядъ. Вѣтеръ, подувшій съ какой нибудь стороны съ равномѣрною скоростью, сразу приведетъ всѣ эти флюгера къ опредѣленному направленію: острія стрѣлъ обратятся въ одну сторону, хвосты въ другую. Если флюгера чувствительны, то легкій вѣтерокъ можетъ привести ихъ въ опредѣленное положеніе и такой же легкій вѣтерокъ можетъ снова отклонить ихъ; съ прекращеніемъ вѣтра они опять подчинятся дѣйствію другихъ силъ, напримѣръ тяжести, если ихъ иглы установлены неустойчиво. Такое состояніе стрѣлокъ мо-

жетъ представить намъ состоянiе частицъ мягкаго желѣза: электричество, дѣйствуя на частицы по опредѣленному направленiю, заставляетъ ихъ принять полярное расположенiе, которое онѣ теряютъ тотчасъ же по прекращенiи динамической возбуждающей силы.

Если флюгера туго насажены на иглы и потому не могутъ такъ легко вертѣться, то очевидно для ихъ поворачиванiя нуженъ болѣе сильный вѣтеръ; но за то, разъ приведенные въ опредѣленное положенiе, они не измѣняютъ его отъ дуновенiя легкаго вѣтра, а напротивъ сами отклоняютъ этотъ вѣтеръ отъ его первоначальнаго направленiя. Нѣчто подобное происходитъ съ частицами закаленнаго желѣза или стали: онѣ поляризуются съ большою трудностью, но разъ поляризованныя, онѣ не измѣняютъ своего положенiя отъ дѣйствiя слабаго электрическаго тока; а напротивъ сами могутъ отклонять его направленiе.

Наконецъ, если возьмемъ промежуточные случаи въ приведенныхъ примѣрахъ, т. е. умѣренную силу вѣтра и умѣренную подвижность флюгеровъ: то и вѣтеръ и флюгера будутъ слабо отклонять другъ друга; или если совсѣмъ нѣтъ вѣтра, а самые иглы флюгеровъ двигаются по какому нибудь направленiю, сохраняя относительное положенiе между собою, то своимъ движенiемъ они произведутъ вѣтеръ. Подобно тому слабо закаленное желѣзо и умѣренный электрическiй токъ могутъ дѣйствовать другъ на друга; или если тока нѣтъ, а магнитъ приведенъ въ движенiе, то своимъ движенiемъ онъ можетъ возбудить токъ.

Приведенное сравненiе даетъ только приблизительное представленiе дѣйствiя магнетизма и конечно не можетъ служить для проведенiя болѣе близкой аналогiи. Вообще трудно выра-

зить словами идею двойственности или противоположности такъ называемой полярности; но надѣюсь, что данное сравненіе хоть нѣсколько уяснитъ дѣйствіе магнетизма на другія силы, покажетъ какимъ образомъ онъ сообщаетъ имъ опредѣленное направленіе, но не производитъ ихъ, если только самъ не двигается.

Движеніе магнита по направленію оси, т. е. линіи соединяющей его полюсы (точки наибольшаго притяженія), возбуждаетъ электрическій токъ въ окружающихъ неподвижныхъ проводникахъ электричества. Направленіе этого тока всегда перпендикулярно къ направленію движенія магнита и зависитъ кромѣ того отъ относительнаго положенія полюсовъ: при движеніи магнита въ противоположную сторону или при перемѣщеніи его полюсовъ въ обратныя стороны и направленія тока будетъ противоположное. Точно также и движеніе проводника электричества по направленію неподвижнаго магнита, при поперечномъ положеніи проводника относительно оси магнита, возбуждаетъ въ немъ токъ, направленіе котораго зависитъ отъ направленія движенія проводника относительно полюсовъ магнита. Такимъ образомъ магнитъ возбуждаетъ токъ въ проводникахъ, которые двигаются вблизи его, и наоборотъ, сообщаетъ опредѣленное движеніе сосѣднимъ тѣламъ, по которымъ проходитъ токъ. Магнетизмъ можетъ, при посредствѣ электричества, производить теплоту, свѣтъ и химическое притяженіе. Движеніе онъ можетъ производить непосредственно при упомянутыхъ условіяхъ; двигаясь, магнитъ передвигаетъ съ собой и другія, преимущественно желѣзныя тѣла; подъ вліяніемъ магнита они достигаютъ положенія равновѣсія, и потому при движеніи магнита теряютъ это равновѣсіе и снова двигаются для достиженія новаго равновѣсія. Только при помощи дви-

женія или прекращенія его мы можемъ замѣчать явленія магнетизма. Какъ бы ни былъ силенъ магнитъ, онъ можетъ остаться навсегда незамѣченнымъ, если не двигается желѣзо около него или онъ около желѣза, т. е. если онъ не приведенъ съ желѣзомъ въ сферу взаимнаго притяженія.

Не одни магнитныя вещества и проводники электричества, но и всѣ тѣла приходятъ въ движеніе, если ихъ помѣстить около полюсовъ сильнаго магнита. Нѣкоторыя изъ нихъ принимаютъ осевое положеніе, т. е. помѣщаются по линіи, соединяющей полюсы магнита, другія принимаютъ экваторіальное положеніе, перпендикулярное къ оси; первыя притягиваются, послѣднія повидимому отталкиваются полюсами магнита. Эти явленія указываютъ, по мнѣнію Фарадэ, на основное качественное различіе между двумя классами тѣлъ, магнитными и діамагнитными; по мнѣнію другихъ это различіе только относительное, количественное, зависящее отъ направленія равнодѣйствующей магнитной силы; менѣе магнитное вещество принимаетъ поперечное положеніе вслѣдствіе намагничиванія болѣе магнитной, окружающей его средины.

Согласно съ предыдущимъ магнетизмъ можетъ быть произведенъ другими силами, также точно какъ въ приведенномъ сравненіи флюгеръ можетъ быть опредѣленно отклоненъ. Но магнетизмъ производитъ другія силы только тогда, когда самъ находится въ движеніи; движеніе слѣдовательно будетъ въ этомъ случаѣ первоначальная производящая сила. Но магнетизмъ непосредственно оказываетъ вліяніе на другія силы— свѣтъ, теплоту и химическое притяженіе, и измѣняетъ ихъ направленія или образъ дѣйствія; по крайней мѣрѣ онъ такъ дѣйствуетъ на матерію находящуюся подъ вліяніемъ этихъ силъ, что направленіе ихъ измѣняется. Такъ Фарадэ открылъ

въ послѣднее время замѣчательное дѣйствіе магнитной силы на поляризованный свѣтъ.

Если лучь поляризованнаго свѣта проходитъ чрезъ воду или черезъ другое прозрачное, жидкое или твердое, тѣло, которое не отклоняетъ плоскости поляризаціи, и если это тѣло, напримѣръ вода, находится подъ вліяніемъ сильнаго магнита, при чемъ линія соединяющая полюсы магнита проходитъ параллельно поляризованному лучу,—то это тѣло пріобрѣтаетъ относительно свѣта свойства подобныя, хотя и не совершенно тождественныя, свойствамъ терпентиннаго масла: плоскость поляризаціи отклоняется и направленіе отклоненія измѣняется съ измѣненіемъ направленія магнитной силы; такъ если поляризованный лучь идетъ отъ сѣвернаго полюса къ южному, плоскость поляризаціи отклоняется между ними вправо; если же наоборотъ, лучь идетъ отъ южнаго полюса къ сѣверному,—она отклоняется влѣво. Если тѣло, чрезъ которое проходитъ лучь, само отклоняетъ плоскость поляризаціи, напримѣръ терпентинное масло, то магнетизмъ увеличиваетъ или уменьшаетъ это отклоненіе, смотря по своему направленію. Подобное же явленіе замѣчается съ поляризованной теплотой, когда она проходитъ черезъ тѣло, подверженное вліянію магнетизма.

Какимъ образомъ магнетизмъ отклоняетъ въ этихъ случаяхъ плоскость поляризаціи, непосредственнымъ ли дѣйствіемъ на свѣтъ и теплоту, или онъ производитъ частичныя измѣненія матеріи, черезъ которую проходитъ свѣтъ и теплота,—это вопросъ, рѣшеніе котораго должно предоставить будущему; въ настоящее время отвѣтъ на него зависитъ отъ принимаемой теоріи. Если принять мой взглядъ на свѣтъ и теплоту, то ясно, что магнетизмъ, въ этихъ опытахъ, непосредственно дѣйствуетъ на другія силы; потому что свѣтъ и теплота, по

этому взгляду, движенія обыкновенной матеріи, а магнетизмъ, дѣйствуя на эти движенія, дѣйствуетъ на производящія ихъ силы. Придерживаясь другихъ теорій, согласно съ фактами нужно принять, что въ этихъ явленіяхъ обнаруживается дѣйствіе на самую матерію; что при этомъ свѣтъ и теплота измѣняются посредственно.

Если вещество подверженное химическимъ процессамъ приблизить къ магниту, то направленіе или линіи дѣйствія химической силы начнутъ измѣняться. Извѣстно много старыхъ опытовъ, которые вѣроятно зависятъ отъ такого вліянія магнетизма, но которые ошибочно принимались за доказательство, что постоянный магнетизмъ можетъ производить или увеличивать химическое дѣйствіе: эти опыты въ новѣйшее время обобщены и объяснены Гунтомъ и Вэртманомъ, лучше прежняго.

Предыдущіе случаи на столько составляютъ предметъ настоящаго сочиненія, на сколько они выказываютъ отношеніе, существующее между магнитной и другими силами, отношеніе, по всей вѣроятности, взаимное. Но въ этихъ случаяхъ теплота, свѣтъ и химическое сродство, не производятся магнетизмомъ, а только измѣняется ихъ направленіе или образъ дѣйствія.

Однако есть и такое состояніе магнетизма, въ которомъ его можно разсматривать какъ силу динамическую, — это состояніе его при возниканіи и прекращеніи или при увеличиваніи и уменьшеніи его силы. Пока желѣзо или сталь намагничиваются и пока они переходятъ изъ своего немагнитнаго до наиболѣе магнитнаго состоянія, или наоборотъ переходятъ отъ наибольшаго магнетизма до наименьшаго, они выказываютъ динамическую силу; ихъ частицы можно принять за

движущіяся. Тогда могутъ производиться дѣйствія подобныя тѣмъ, которыя производятся магнитомъ во время движенія.

Публикованный мною въ 1845 г. опытъ, я полагаю, можетъ объяснить это явленіе и даже нѣсколько обнаружить характеръ движенія, совершающагося во время намагничиванія въ частяхъ магнитнаго металла. Трубка, наполненная жидкостью, въ которой плавалъ чрезвычайно тонкій порошокъ магнитной окиси желѣза, закрывалась съ обоихъ концовъ пластинками стекла и окружалась спиралью проволоки, покрытой уединяющимъ веществомъ. Смотря черезъ трубку, можно замѣтить, что во время пропусканія тока по проволокѣ, свѣтъ, проходящій черезъ трубку увеличивается, а во время прекращенія тока уменьшается. Это явленіе показываетъ, что подъ вліяніемъ магнетизма мельчайшія частицы магнитной окиси располагаются симетрически. Въ этомъ опытѣ слѣдуетъ принять во вниманіе, что частицы окиси желѣза не получены непосредственно человѣческой рукой, какъ это случается съ желѣзными опилками или подобными имъ мелкими частями магнитной матеріи,—но здѣсь эта окись осаждена изъ химическаго соединенія и потому имѣла форму сообщенную ей природой.

Пока магнетизмъ находится въ состояніи вышеописаннаго измѣненія, онъ производитъ другія силы; но можно возразить, что пока онъ измѣняется такимъ образомъ, на него дѣйствуютъ другія силы, слѣдовательно и здѣсь онъ не первоначальная, производящая сила. Это вѣрно, но тоже самое можно сказать и о всѣхъ другихъ силахъ; начало всѣхъ ихъ незамѣтно, неуловимо. Мы всегда должны относить ихъ къ нѣкоторой предыдущей силѣ, равной по количеству производимой ею; поэтому слово первоначальная сила въ строгомъ

смыслѣ непримѣнимо; оно можетъ только обозначать силу, принимаемую за первую. Это представляетъ намъ другое доказательство, почему идея абсолютно-первоначальной причинности не примѣнима къ происхожденію физическихъ явленій. Мы еще возвратимся къ этому предмету.

Такимъ образомъ электричество можетъ быть непосредственно произведено магнетизмомъ, или когда магнитная масса находится въ движеніи, или когда ея магнетизмъ возникаетъ, возрастаетъ, уменьшается или прекращается. Подобнымъ же образомъ магнетизмъ можетъ прямо производить теплоту. Въ запискѣ, сообщенной мною Королевскому обществу, послѣ перваго изданія этого сочиненія, я кажется удовлетворительно доказалъ, что всегда, когда какой нибудь металлъ намагничивается или размагничивается, его температура возрастаетъ. Это было доказано дѣйствіемъ сильнаго электромагнита на пластинки изъ желѣза, никкеля или кобальта; электромагнитъ быстро намагничивался и размагничивался по противоположнымъ направленіямъ и былъ погруженъ въ сосудъ съ охлаждающею водою; поэтому нельзя приписать увеличеніе температуры намагничиваемаго металла проводимости или лучеиспусканію теплоты электромагнита. Потомъ тоже самое было доказано посредствомъ вращенія постояннаго стальнаго магнита съ полюсами обращенными къ желѣзной пластинкѣ, позади которой помѣщался термомультипликаторъ для указанія измѣненія ея температуры.

Меджи покрывалъ пластинку мягкаго и однороднаго желѣза слоемъ воска смѣшаннаго съ масломъ, и помѣщалъ центръ ея въ трубку, чрезъ которую проходили пары кипящей воды. Пластинка укрѣплялась на полюсахъ электромагнита, отдѣленныхъ отъ нея картономъ. Пока желѣзо не намагничивалось, расплавленный

воскъ принималъ форму круга, центръ котораго занимала трубка; но какъ только электромагнитъ приводился въ дѣйствіе, кривая, образуемая границами плавленія воска, измѣнялась въ формѣ и удлинялась по направленію перпендикулярному къ линіи соединяющей полюсы; это показываетъ, что отъ намагничиванія измѣняется теплопроизводимость желѣза.

Итакъ мы имѣемъ теплоту, производимую магнетизмомъ, и проводимость теплоты, измѣняемую имъ по направленію, имѣющему опредѣленное отношеніе къ направленію магнетизма. Нужно ли прибѣгать къ помощи эфира или особеннаго теплороднаго вещества для объясненія этихъ явленій? Не основательнѣе ли разсматривать ихъ какъ измѣненія частичнаго строенія матеріи, подверженной вліянію магнетизма?

Весьма вѣроятно, что магнетизмъ въ динамическомъ состояніи, т. е. когда магнитъ находится въ движеніи или когда измѣняется магнитная напряженность, точно также можетъ непосредственно производить химическое дѣйствіе и свѣтъ, но до сихъ поръ это еще не доказано, какъ не доказано обратное дѣйствіе, т. е. возбужденіе магнетизма свѣтомъ и теплотой.

Слова динамическій и статическій я употреблялъ въ смыслѣ противоположности, выражая этимъ различіе состояній магнетизма. Можно возразить, что такое употребленіе этихъ словъ не совсѣмъ вѣрно; но я не знаю другихъ выраженій, которыя бы такъ близко передавали мою мысль.

Статическое или устойчивое состояніе магнетизма похоже на устойчивое состояніе другихъ силъ, каково напримѣръ состояніе напряженія, существующее въ коромыслѣ и веревкахъ вѣсовъ, или въ заряженной лейденской банкѣ. По старому опредѣленію силою называютъ то, что причиняетъ измѣненіе

въ движеніи. Но такое опредѣленіе не всегда удобно: при устойчивомъ равновѣсіи, напримѣръ коромысла вѣсовъ, мы составляемъ понятіе о силѣ безъ всякаго замѣтнаго движенія. Но дѣйствительно ли здѣсь нѣтъ никакого движенія, въ этомъ можно сомнѣваться; потому что отсутствіе движенія требовало бы въ этомъ случаѣ совершенной упругости, а во всѣхъ другихъ случаяхъ равновѣсія, продолжительности котораго природа вообще не допускаетъ, повсюду выказывается нераздѣльность движенія и матеріи и невозможность совершенной неподвижности или вѣчнаго покоя. Тоже самое можно сказать и о магнетизмѣ: я полагаю, что магнетизмъ ни въ какомъ металлѣ не можетъ существовать въ состояніи абсолютнаго покоя; хотя продолжительность его равновѣсія пропорціональна сопротивленію, оказанному частицами металла при намагничиваніи. Но конечно это только предположеніе, въ подтвержденіе котораго, впрочемъ, можно привести, что магниты съ годами теряютъ свою силу; мы имѣемъ еще болѣе общій фактъ: неустойчивость или измѣняемость состоянія во всей природѣ, замѣчаемыя при внимательномъ изученіи ея въ различныя и продолжительныя періоды. Правда, во многихъ случаяхъ измѣненія эти такъ незначительны, что совершенно ускользаютъ отъ нашихъ наблюденій, и пока эти наблюденія не будутъ достаточно продолжены для обнаруженія этихъ измѣненій, ихъ нельзя принимать за доказанныя опытомъ; ихъ можно только обсуждать на основаніи фактовъ, уже научно признанныхъ.

Всѣ случаи устойчиваго равновѣсія при напряженіи силъ представляетъ тѣ же затрудненія: такъ мы должны принять, что двѣ пружины, давящія друга на друга, производятъ силу; а все таки здѣсь нѣтъ ни движенія, ни теплоты, ни свѣта и ничего другаго. Такъ во время сжиманія газа поршнемъ, отдѣляется

теплота; но если эта теплота выдѣлилась, то не смотря на то, что остановившійся поршень производитъ давленіе на газъ, никакой теплоты больше не освобождается. Такимъ образомъ въ равновѣсіи, производимомъ двумя противоположными силами, движеніе прекратилось, но оно можетъ опять развиться, когда силы выйдутъ изъ напряженнаго состоянія. Но чтобъ получить состояніе напряженія, нужно употребить силу; и что я уже говорилъ при разборѣ механической силы, тоже бываетъ и съ другими силами: начальное измѣненіе, нарушающее равновѣсіе, производитъ другія измѣненія, которыя въ свою очередь производятъ новыя, и такъ дальше, безъ конца. Такимъ образомъ, отъ заряженія лейденской банки, цилиндръ, обкладка и части электрической машины измѣняются въ своемъ состояніи и производятъ измѣненіе въ окружающихъ тѣлахъ до безконечности; въ моментъ разряженія банки, произойдутъ обратныя измѣненія.

Какъ ежедневно накопляющіяся наблюденія стремятся показать, что каждое измѣненіе въ явленіяхъ свѣта, теплоты и электричества сопровождается или временнымъ, или постояннымъ измѣненіемъ въ дѣйствующей матеріи, такъ много новыхъ опытовъ надъ магнетизмомъ стремятся соединить магнитныя явленія съ частичнымъ измѣненіемъ испытуемой матеріи. Такимъ образомъ Вертгеймъ показалъ, что упругость желѣза и стали измѣняется отъ намагничиванія: эластичность желѣза уменьшается на время, а стали — навсегда. Онъ также изслѣдовалъ вліяніе скручиванія на намагниченное желѣзо, и изъ своихъ опытовъ заключилъ, что въ проволокѣ изъ желѣза, доведеннаго до состоянія магнитнаго равновѣсія, скручиваніе временно уменьшаетъ магнетизмъ, а раскручиваніе доводитъ его до начальнаго напряженія.

Гильеменъ замѣтилъ, что полоса, выгнутая слегка отъ собственной тяжести, при намагничиваніи выпрямляется. Пажъ и Маріонъ открыли, что при быстромъ намагничиваніи или размагничиваніи желѣза или стали происходитъ звукъ; Джоуль нашелъ, что желѣзная пластинка отъ намагничиванія слегка удлиняется.

Кромѣ того, относительно діамагнитныхъ тѣлъ, Маттеучи нашелъ, что механическое сдавливаніе стекла измѣняетъ способность его отклонять плоскость поляризаціи луча свѣта. Позднѣе онъ же открылъ, что отъ вліянія сильнаго магнита на стекло твердость стекла измѣняется.

Доводы, приведенные мною прежде для подтвержденія предположенія, что разсмотрѣнныя силы суть только различные виды частичнаго движенія обыкновенной матеріи, одинаково примѣнимы и къ объясненію магнетизма.

ХИМИЧЕСКОЕ СРОДСТВО.

Химическое сродство, или сила, вслѣдствіе которой разнородныя тѣла стремятся соединиться и образовать составы, обыкновенно различающіеся по характеру отъ своихъ составныхъ частей, есть видъ силы, о которомъ до сихъ поръ составлено наименѣе опредѣленное понятіе. Для объясненія дѣйствія этой силы еще не предложено никакой, заслуживающей вниманія, динамической теоріи, и потому обозначаютъ это дѣйствіе нѣкоторыми условными выраженіями; слово сродство неудачно выбрано, такъ какъ его значеніе въ этомъ случаѣ не имѣетъ никакой аналогіи съ обыкновеннымъ его смысломъ. Дѣйствіе химическаго сродства до того видоизмѣняетъ и передѣлываетъ характеръ матеріи, что производимыя имъ измѣненія принимаются, можетъ быть, не совсѣмъ логично, за совершенно отличныя отъ другихъ измѣненій матеріи, такъ что термины физическій и химическій означаютъ понятія какъ будто разнородныхъ явленій.

Главное различіе между химическимъ сродствомъ и физическимъ притяженіемъ или сцѣпленіемъ заключается въ отличіи характера химическаго состава отъ его составныхъ частей. Однако эта линія разграниченія далеко неопредѣлена: во многихъ случаяхъ, которые всякій отнесъ бы къ химическимъ дѣйствіямъ, измѣненіе свойствъ очень незначительно, въ дру-

*

гихъ, напримѣръ, въ явленіяхъ нейтрализаціи, различіе свойствъ было бы слѣдствіемъ и физическаго притяженія разнородныхъ тѣлъ, такъ какъ первоначальные характеры составныхъ частей зависятъ именно отъ этого притяженія или сродства. Такъ кислота обладаетъ ѣдкими свойствами, потому что стремится соединиться съ другимъ тѣломъ; когда она съ нимъ соединилась, ѣдкія свойства ея исчезаютъ, т. е. стремленіе къ соединенію удовлетворено, она не можетъ, такъ сказать, далѣе притягиваться и необходимо лишается своей ѣдкости. Но есть другіе случаи, гдѣ никакой подобный результатъ не могъ быть предвидѣнъ à priori; напримѣръ, когда притяженіе или стремленіе даннаго состава къ соединенію значительнѣе, чѣмъ это стремленіе въ каждомъ изъ его составныхъ частей; такъ, напримѣръ, кто бы могъ предвидѣть на основаніи данныхъ физики, что вещество подобное азотной кислотѣ произошло чрезъ соединеніе азота съ кислородомъ?

Наиболѣе ясное представленіе, какое только мы можемъ составить себѣ о химическомъ дѣйствіи, можетъ быть, получится, если мы станемъ разсматривать это дѣйствіе какъ молекулярное притяженіе или движеніе. Химическое дѣйствіе прямо приводитъ въ движеніе опредѣленныя массы силой, происходящей отъ производимыхъ имъ частичныхъ измѣненій: такъ, метательное дѣйствіе пороха можно привести какъ наглядный примѣръ движенія, производимаго химическимъ дѣйствіемъ. Конечно, здѣсь нельзя еще опредѣленно сказать, произошла ли въ этомъ случаѣ сила, производящая движеніе массы, изъ превращенной силы химическаго сродства, или скорѣй отъ освобожденія другихъ силъ, находящихся въ состояніи напряженія и приведенныхъ въ это состояніе предшествовавшими химическими дѣйствіями. Во всякомъ случаѣ химическое сродство, чрезъ посредство

электричества, можетъ прямо превращаться въ другія силы и даже можно опредѣлить количество превращенныхъ силъ. Итакъ, посредствомъ химическаго сродства мы можемъ непосредственно произвесть электричество, силу, которую Дэви разсматривалъ какъ химическое сродство, дѣйствующее на массы. Мнѣ кажется, электричество есть химическое сродство, дѣйствующее въ опредѣленномъ направленіи чрезъ рядъ или цѣпь частицъ; хотя никакимъ опредѣленіемъ нельзя выразить точное отношеніе химическаго сродства къ электричеству, потому что электричество, хотя и тѣсно связано съ химическимъ дѣйствіемъ, однако существуетъ и независимо отъ него, напримѣръ, въ металлической проволокѣ, которая, наэлектризовываясь или проводя электричество, тѣмъ не менѣе не измѣняется въ химическомъ отношеніи, или по крайней мѣрѣ эти измѣненія незамѣтны.

Вольта первый далъ возможность привести въ опредѣленное отношеніе силы химическую и электрическую. Когда два разнородные соприкасающіеся металла погружаются въ извѣстнаго рода жидкость, способную дѣйствовать химически на одинъ изъ нихъ, то вслѣдствіе химическаго дѣйствія образуется гальваническій токъ, который переходитъ отъ металла къ металлу, черезъ жидкость и черезъ точки прикосновенія.

Примѣромъ превращенія химической силы въ электричество можетъ служить фактъ, публикованный мною нѣсколько лѣтъ тому назадъ. Если золото опустить въ хлористо-водородную кислоту, то не произойдетъ никакого химическаго дѣйствія. Если золото опустить въ азотную кислоту, то тоже не произойдетъ химическаго дѣйствія; но смѣшайте обѣ кислоты и опустите въ эту смѣсь золото, оно подвергнется химическому дѣйствію и растворится: здѣсь происходитъ обыкновенное хи-

мическое дѣйствіе, какъ слѣдствіе двойнаго химическаго сродства. Хлористо-водородная кислота состоитъ изъ хлора и водорода, и такъ какъ сродство хлора къ золоту слабѣе сродства хлора къ водороду, —то и не происходитъ никакого измѣненія; но когда прибавляется азотная кислота, содержащая большое количество кислорода въ слабомъ соединеніи, то сродство кислорода къ водороду противодѣйствуетъ сродству водорода къ хлору, и тогда сродство послѣдняго къ золоту производитъ свое дѣйствіе: золото соединяется съ хлоромъ и въ жидкости остается растворъ хлористаго золота. Чтобы обнаружить эту химическую силу въ формѣ электрической силы, вмѣсто смѣшенія жидкостей, помѣстите ихъ въ особенные сосуды, но только такъ, чтобы они могли соприкасаться. Этого можно достигнуть, раздѣливъ ихъ пористымъ матеріаломъ, напр. неглазурованнымъ фарфоромъ, аміантомъ и т. п. Погрузите въ каждую изъ этихъ жидкостей по золотой пластинкѣ или проволокѣ; пока эти пластинки остаются несоединенными, не происходитъ никакого химическаго или электрическаго дѣйствія; но какъ скоро они соединены непосредственно или металлической проволокой, тотчасъ же возбуждается химическое дѣйствіе и золото растворяется въ хлористо-водородной кислотѣ. При этомъ происходитъ и электрическое дѣйствіе: азотная кислота раскисляется посредствомъ переходящаго къ ней водорода; а электрическій токъ можно обнаружить въ металлахъ или въ соединяющей ихъ проволокѣ посредствомъ гальванометра или всякаго другого прибора, употребляемаго для этой цѣли.

Если есть, то очень не много химическихъ дѣйствій, которыми нельзя было бы на опытѣ произвести электричество: окисленіе металловъ, сожиганіе горючихъ матеріаловъ, соеди-

неніе кислорода съ водородомъ и пр. могутъ служить источниками электричества. Обыкновенный способъ полученія гальваническаго электричества состоитъ въ химическомъ дѣйствіи воды на цинкъ; это дѣйствіе усиливается отъ подмѣшиванія извѣстныхъ кислотъ къ водѣ, которыя даютъ ей возможность дѣйствовать сильнѣе на цинкъ, или въ нѣкоторыхъ случаяхъ сами дѣйствуютъ на него. Одно изъ сильнѣйшихъ химическихъ дѣйствій—дѣйствіе азотной кислоты на окисляющіеся металлы—даетъ самую сильную гальваническую батарею; это было опубликовано мною въ 1839. Дѣйствительно, мы можемъ съ увѣренностью сказать, что когда вся химическая сила превращается въ электричество, то, чѣмъ сильнѣе химическій процессъ, тѣмъ сильнѣе и производимое имъ электрическое дѣйствіе.

Если бы вмѣсто того, чтобы употреблять обработанныя или искуственныя произведенія, каковы цинкъ и кислоты, мы могли обратить въ электричество всю химическую силу, которая дѣйствуетъ при горѣніи въ воздухѣ или въ присутствіи воды сырыхъ, недорогихъ и изобильныхъ матеріаловъ, каковы уголь, дерево, жирное масло и т. д., мы осуществили бы одно изъ величайшихъ практическихъ желаній и могли бы распоряжаться механической силой, несравненно большей, чѣмъ сила паровыхъ машинъ.

Я нашелъ, что пламя обыкновенной паяльной трубки даетъ замѣтный электрическій токъ, который не только способенъ дѣйствовать на гальванометръ, но и производитъ химическія разложенія.—Двѣ платиновыя пластинки или проволоки вставляются одна очень близко къ отверстію трубки, гдѣ начинается горѣніе, другая—въ совершенно желтую часть пламени, гдѣ происходитъ самое сильное горѣніе; послѣдняя пла-

стинка должна поддерживаться въ холодномъ состоянiи, для того, чтобы термоэлектрическiй токъ, происходящiй отъ различiя температуръ обѣихъ пластинокъ, дѣйствовалъ въ одну сторону съ токомъ отъ пламени. Проволоки прикрѣпленныя къ платиновымъ пластинкамъ образуютъ конечныя точки или полюсы. Рядъ такихъ пламенныхъ струй составилъ бы батарею, которая могла бы дать болѣе сильное дѣйствiе; но въ этихъ опытахъ, хотя интересныхъ въ теоретическомъ отношенiи, превращается въ электричество такая малая часть силы, работающей при горѣнiи, что нельзя надѣяться на непосредственную практическую выгоду.

Количество электрическаго тока, измѣряемое количествомъ матерiи, на которую онъ дѣйствуетъ въ различныхъ своихъ проявленiяхъ, пропорцiонально количеству химическаго дѣйствiя, порождающаго этотъ токъ; напряженность тока или способность преодолѣвать сопротивленiя также пропорцiональна напряженности химическаго сродства, при употребленiи одной пары или пропорцiональна числу паръ, при употребленiи всѣмъ извѣстной гальванической батареи.

Способъ увеличенiя напряженности гальваническаго тока при употребленiи этихъ паръ самъ по себѣ служитъ разительнымъ примѣромъ тѣснаго отношенiя и динамическаго сходства различныхъ силъ. Погрузимъ въ сосудъ A съ разведенной азотной кислотой двѣ пластинки: одну изъ цинка или другого металла, обладающаго большимъ сродствомъ къ кислороду, и другую изъ платины или металла, почти или вовсе не имѣющаго сродства къ кислороду, и притомъ погрузимъ ихъ такъ, чтобъ онѣ не прикасались другъ къ другу; идущiя отъ этихъ пластинокъ платиновыя проволоки опустимъ въ другой сосудъ B, также съ разведенной азотной кислотой. Какъ толь-

ко кислота въ сосудѣ А начнетъ разлагаться отъ химическаго сродства цинка къ кислороду кислоты, начнетъ разлагаться кислота и въ сосудѣ В, кислородъ будетъ подниматься съ конца проволоки идущей отъ платины. Слѣдовательно, химическая сила передается чрезъ проволоки; и если не принимать въ разсчетъ нѣкоторыхъ мѣстныхъ дѣйствій, то на каждую единицу кислорода, соединяющуюся съ цинкомъ въ одномъ сосудѣ, въ другомъ сосудѣ отдѣляется съ платиновой проволоки такая же единица кислорода. Платиновая проволока, такимъ образомъ, пріобрѣтаетъ свойство цинка, дѣлается способною притягивать кислородъ изъ жидкости къ своей поверхности, хотя она не можетъ, подобно цинку, соединяться съ кислородомъ при одинаковыхъ обстоятельствахъ. Если замѣнимъ платиновую проволоку, соединенную съ платиновой пластинкой, цинковой проволокой, то получимъ въ добавокъ къ опредѣленнному напряженію или стремленію, отъ котораго съ платины выдѣляется кислородъ, еще химическое дѣйствіе кислорода на цинковую проволоку въ сосудѣ В; такимъ образомъ, мы имѣемъ сверхъ силы, которая первоначально произошла отъ соединенія цинка съ кислородомъ въ сосудѣ А, другую силу производимую цинкомъ въ сосудѣ В, содѣйствующую первой. Поэтому двѣ пары изъ цинка и платины, соединенныя такимъ образомъ, производятъ болѣе напряженное дѣйствіе, нежели одна пара; прибавляя послѣдовательно къ прежнему новыя пары изъ цинка, платины и жидкости, мы увеличимъ неопредѣленно химическое дѣйствіе, подобно тому, какъ въ механикѣ, мы увеличиваемъ скорость движенія, прибавленіемъ новыхъ импульсовъ къ существующему уже движенію.

Тѣ же законы количественныхъ отношеній, которые господствуютъ надъ химическими соединеніями, получаются и при

электрическихъ дѣйствіяхъ, производимыхъ химическими процессами. Дальтонъ и другіе показали, что составныя вещества очень многихъ сложныхъ соединеній находятся въ опредѣленномъ количественномъ отношеніи между собою: такъ вода, которая состоитъ по вѣсу изъ одной части водорода и восьми частей кислорода, не можетъ образоваться тѣми же элементами ни въ какомъ другомъ отношеніи; нельзя ничего ни прибавить ни убавить къ этому отношенію элементовъ, не измѣняя свойствъ соединенія. Далѣе, если принять какой нибудь элементъ за единицу, количества другихъ элементовъ, вступающихъ въ соединеніе, будутъ постоянно находиться въ неизмѣнно опредѣленномъ численномъ отношеніи какъ между собой, такъ и къ элементу принятому за единицу. Если напримѣръ принять извѣстный вѣсъ водорода за единицу, вѣсъ кислорода выразится 8, хлора 36 единицами; т. е. кислородъ будетъ соединяться съ водородомъ по вѣсу въ отношеніи 8 частей къ 1, хлоръ съ водородомъ въ отношеніи 36 къ 1, или съ кислородомъ въ отношеніи 36 къ 8. Числа выражающія вѣсовыя количества, въ которыхъ соединяются вещества, только относительны, а не абсолютны, и могутъ быть опредѣлены для всѣхъ химическихъ веществъ; опредѣливъ ихъ при надлежащемъ выборѣ единицы, найдемъ, что всѣ тѣла, по крайней мѣрѣ неорганическія, соединяются въ этихъ отношеніяхъ, или въ простѣйшихъ кратныхъ этимъ числамъ. Эти числа называются эквивалентами.

Гальваническая батарея, состоящая обыкновенно изъ послѣдовательнаго ряда двухъ металловъ и жидкости, способной дѣйствовать на одинъ изъ нихъ, можетъ, какъ мы видѣли, производить химическое разложеніе жидкости, соединенной съ ней посредствомъ металловъ, на которые эта жидкость не дѣй-

ствуетъ. Въ такомъ случаѣ составные элементы жидкости выдѣляются на поверхностяхъ металловъ, погруженныхъ въ нее на нѣкоторомъ разстояніи одинъ отъ другого; напримѣръ, если оба платиновыхъ конца или такъ называемыя электроды гальванической батареи погружены въ воду, кислородъ отдѣляется на одномъ изъ нихъ, водородъ на другомъ, совершенно въ томъ отношеніи, въ которомъ они образуютъ воду. Самое тщательное изслѣдованіе не обнаружило никакого дѣйствія тока на промежуточныя слои жидкости. До Фарадэя было извѣстно, что въ то время, когда обнаруживается химическое дѣйствіе въ жидкости, соединенной съ батареей, въ сосудахъ батареи происходитъ также химическое дѣйствіе; но едва ли было извѣстно, что количества обоихъ химическихъ дѣйствій находятся въ постоянномъ отношеніи между собой. Фарадэй доказалъ, что оба эти дѣйствія имѣютъ прямое эквивалентное отношеніе; это значитъ, что если батарея состоитъ изъ цинка, платины и воды, то количество кислорода, соединяющееся съ цинкомъ въ каждой парѣ батареи, совершенно равно количеству кислорода, отдѣляющемуся на одномъ платиновомъ концѣ, а количество водорода, отдѣляющееся съ каждой платиной пластинки батареи, равно количеству водорода, отдѣляющемуся на другомъ платиновомъ концѣ, т. е. на электродѣ.

Если батарея заряжена не водой, а хлористо-водородною кислотой, но концы проводниковъ раздѣлены, какъ и прежде, водой, то на каждыя 36 частей по вѣсу хлора, соединяющихся съ каждою цинковою пластинкою, выдѣляются на одномъ изъ платиновыхъ электродовъ 8 частей кислорода; слѣдовательно, вѣса выдѣляющихся на электродахъ элементовъ находятся въ томъ же самомъ отношеніи, въ какомъ, по показанію Дальтона, они вступаютъ въ химическія соединенія. Этотъ законъ можно

распространить на всѣ жидкости, которыя разлагаются электричествомъ и которыя названы по этому электролитами. Такъ какъ никакое гальваническое дѣйствіе не можетъ быть произведено жидкостями, неспособными къ такому разложенію, то слѣдовательно гальваническое дѣйствіе есть химическое дѣйствіе, которое совершается на разстояніяхъ, или передается чрезъ рядъ срединъ; а числа химическихъ эквивалентовъ выражаютъ и количества гальваническаго дѣйствія, производимаго соотвѣтствующими химическими веществами.

Такъ какъ химическое дѣйствіе непосредственно производитъ электрическій токъ, а электрическій токъ, при соотвѣтствующемъ примѣненіи, можетъ произвести теплоту, свѣтъ, магнетизмъ или движеніе, то мы заключаемъ, что эти силы совершенно опредѣленно, хотя и не непосредственно могутъ быть произведены химическимъ дѣйствіемъ. Но посмотримъ, какъ мы это прежде дѣлали относительно другихъ силъ, можетъ ли химическое сродство непосредственно произвести другія силы.

Теплота производится химическимъ сродствомъ непосредственно. Я не знаю ни одного исключенія изъ общаго положенія, что всѣ тѣла во время химическаго соединенія производятъ теплоту, если только не считать растворы за химическія соединенія; но даже и въ этомъ случаѣ, замѣчаемая потеря теплоты происходитъ отъ измѣненія состоянія твердаго на жидкое, а не отъ химическаго дѣйствія.

Тотъ же взглядъ на расходованіе силы, который мы проводили, говоря о скрытной теплотѣ, также хорошо примѣняется и къ расходованію химической силы, при разсматриваніи производимой теплоты и отталкивательной силы въ химическихъ соединеніяхъ. Химическая сила расходуется здѣсь

на механическое расширеніе, т. е. на теплоту. Такъ при обыкновенномъ горѣніи угля и кислорода, расходъ топлива пропорціоналенъ расширяемости нагрѣваемыхъ веществъ; вода, свободно переходящая въ состояніе пара, требуетъ больше топлива, нежели когда она, подъ внѣшнимъ давленіемъ, поддерживается при температурѣ, которая выше ея точки кипѣнія.

Какъ производитъ химическое дѣйствіе теплоту; въ чемъ заключается дѣйствіе частицъ матеріи, когда онѣ соединяются химически? Это вопросъ, въ отвѣтъ на который было предложено множество теорій, но который вѣроятно можно будетъ рѣшить только приблизительно. Одни ученые объясняютъ появленіе теплоты сгущеніемъ, происходящимъ при соединеніи; но это не объясняетъ множества случаевъ. Отъ выдѣленія газовъ при химическомъ горѣніи происходитъ сильное увеличиваніе объема; какъ напр. при вспыхиваніи пороха. Другіе объясняютъ такое проявленіе теплоты соединеніемъ атмосферъ положительнаго и отрицательнаго электричества, которыми, по ихъ предположенію, окружены атомы тѣлъ; но это значило бы основывать одну гипотезу на другой. Вудъ въ послѣднее время выразилъ взглядъ на теплоту, происходящую при химическихъ процессахъ, который лучше согласуется съ механической теоріей теплоты, и потому, подобно ей, заслуживаетъ вниманія.

Если я вѣрно понялъ его, онъ, кажется, принимаетъ въ основаніе своей теоріи предположеніе, на которое я указалъ предварительно, а именно: „чѣмъ ближе частицы тѣлъ между собою, тѣмъ меньше онѣ требуютъ движенія, чтобы произвести данное движеніе въ частицахъ другаго тѣла“.

При механическомъ сближеніи частицъ однороднаго тѣла

возбуждается теплота; частицы *a a* въ тѣлѣ А своимъ сближеніемъ заставляютъ расширяться тѣло В, помѣщенное вблизи ихъ, и тѣмъ болѣе, чѣмъ ближе онѣ были между собою первоначально. При химическомъ соединеніи, частицы *a a* тѣла А приходятъ въ весьма тѣсное сближеніе съ частицами *b b* тѣла В; отъ этого происходитъ теплота; и теплота эта, въ случаѣ химическаго соединенія, будетъ больше, нежели въ случаѣ механическаго сдавливанія, ибо слѣдуетъ допустить, что въ первомъ случаѣ частицы сближаются гораздо болѣе, нежели во второмъ. Въ тѣхъ же случаяхъ, когда химическое соединеніе не сопровождается абсолютнымъ уменьшеніемъ объема, и соединяющіяся частицы сближены до того, что соотвѣтствующее расширеніе (если оно происходитъ не отъ химическаго соединенія), заняло бы большій объемъ, нежели объемъ получаемаго соединенія, въ этихъ случаяхъ развивается внѣшняя расширительная сила, и теплота или расширеніе должны возбудиться въ окружающихъ тѣлахъ. Другими словами, если частицы *a a* могутъ отъ физическаго притяженія настолько сблизиться между собою, насколько они приблизились посредствомъ химическаго притяженія къ *b b*, отъ увеличенія своего сближенія онѣ бы произвели расширительную силу съ избыткомъ, относительно объема, занимаемаго химическимъ составомъ, происшедшимъ отъ соединенія А и В. Но здѣсь непосредственно представляется вопросъ: какимъ образомъ объемъ состава можетъ быть ограниченнымъ и не занимать всего пространства, соотвѣтствующаго расширительнымъ силамъ, которыя возбуждаются сокращеніемъ или сближеніемъ частицъ? Такъ какъ разстояніе между частицами есть результатъ притягательныхъ или отталкивательныхъ силъ, это разстояніе и должно выражаться объемомъ полученнаго соединенія, чего конечно нѣтъ.

Хотя я вижу нѣкоторыя затрудненія въ теоріи Вуда, и, можетъ быть, отъ того, что я не хорошо понялъ ее, но его объясненіе имѣетъ для меня много интереса, потому что его способъ объясненія естественныхъ явленій очень сходенъ съ моимъ способомъ, который я изглагаю въ этомъ сочиненіи и защищаю уже въ теченіи многихъ лѣтъ. Вудъ старается по возможности изгнать изъ физическихъ теорій всякого рода гипотетическія жидкости, эфиры, скрытыя сущности, потаенныя качества и т. п. По моему мнѣнію, если только я осмѣливаюсь выражать мнѣніе о такомъ спорномъ предметѣ, теплота, производимая химическими соединеніями, совершенно сходна съ теплотой отъ тренія, а именно: частицы матеріи при тѣсномъ сближеніи и быстромъ движеніи развиваютъ теплоту, т. е. превращаютъ въ нее движеніе, задержанное треніемъ или внутреннимъ столкновеніемъ; такимъ образомъ, будетъ ли объемъ происшедшаго соединенія больше или меньше суммы объемовъ составляющихъ тѣлъ, теплота все равно разовьется; но естественно, если соединеніе имѣетъ большій объемъ, то окружающимъ тѣламъ сообщается меньше теплоты, а расширеніе совершается въ одномъ изъ самыхъ веществъ, входящихъ въ соединеніе. Я говорю въ одномъ изъ нихъ, потому что въ сочиненіяхъ пользующихся авторитетомъ не находится ни одного примѣра, что при соединеніи двухъ или большаго числа твердыхъ или жидкихъ тѣлъ, или твердаго тѣла съ жидкимъ, получилось бы при обыкновенныхъ температурѣ и давленіи газообразное сложное тѣло. Впрочемъ, открытый Шенбейномъ хлопчатобумажный порохъ, почти осуществляетъ такое предположеніе.

Андреусъ послѣ тщательныхъ изслѣдованій пришелъ къ заключенію, что въ химическихъ соединеніяхъ, въ которыхъ

употребляются кислоты и щелочи или подобныя имъ вещества, количество производимой теплоты опредѣляется элементомъ основанія; и его опыты одобрены всѣми; но Гессъ, основываясь на своихъ изслѣдованіяхъ, пришелъ къ противоположному выводу, именно: что количество теплоты опредѣляется кислотой, вступающей въ соединеніе.

Свѣтъ производится химическимъ сродствомъ непосредственно, напр., при взрывѣ огнестрѣльнаго пороха, при сгораніи фосфора въ кислородномъ газѣ и при всѣхъ быстрыхъ горѣніяхъ. Собственно вездѣ, гдѣ развивается сильная теплота, ее сопровождаетъ свѣтъ. Во многихъ случаяхъ медленнаго горѣнія, каково явленіе фосфорэсценціи, свѣтъ, кажется, имѣетъ болѣе напряженія, нежели теплота; его можно видѣть, теплоту же такъ трудно обнаружить, что долгое время сомнѣвались въ ея существованіи; и я не знаю, открыто ли до настоящаго времени присутствіе теплоты въ нѣкоторыхъ явленіяхъ фосфорэсценціи, каково свѣченіе гнилаго дерева, разлагающихся рыбъ и т. д.

Магнетизмъ производится химическимъ дѣйствіемъ всюду, гдѣ оно принимаетъ опредѣленное направленіе, какъ въ явленіяхъ электролиза, т. е. разложенія жидкостей электричествомъ. Для примѣра я могу привести газовую гальваническую батарею, какъ простой случай прямаго произведенія магнетизма химическимъ синтезисомъ. Въ этомъ приборѣ кислородъ и водородъ соединяются химически, но вмѣсто того, чтобы соединяться посредствомъ тѣснаго частичнаго смѣшенія, какъ въ обыкновенныхъ случаяхъ, они дѣйствуютъ на воду, т. е. на соединеніе кислорода и водорода, помѣщенное между ними такъ, что образуется линія химическаго дѣйствія; магнитъ, помѣщенный параллельно этой линіи, отклоняется самъ

собою и принимаетъ перпендикулярное направленіе къ ней. То, что здѣсь производитъ рядъ частицъ, безъ сомнѣнія могли бы производить всѣ частицы, вступающія въ соединеніе при обыкновенномъ химическомъ дѣйствіи; но въ послѣднемъ случаѣ направленія линій соединенія неправильны, перепутанны и нѣтъ общей равнодѣйствующей, которая могла бы дѣйствовать на магнитъ.

Въ настоящее время мы не знаемъ, въ чемъ состоитъ сущность передачи химическаго дѣйствія чрезъ электролитъ, т. е. жидкость, разлагаемую электричествомъ; наиболѣе опредѣленное понятіе объ этомъ можетъ дать намъ теорія Гротуса. Намъ неизвѣстна даже сущность какого нибудь способа химическаго дѣйствія, и въ настоящее время мы принуждены разсматривать ихъ какъ неизвѣстныя проявленія силы, пониманіе которой могутъ облегчить намъ только будущія изслѣдованія.

Мы видѣли, что данное количество химическаго дѣйствія производитъ эквивалентное или пропорціональное количество электрическаго дѣйствія. Если мы поочередно будемъ производить теплоту, магнетизмъ и движеніе посредствомъ электричества, происходящаго отъ химическаго дѣйствія, то мы можемъ измѣрить эти силы значительно точнѣе, нежели при ихъ непосредственномъ образованіи, и такимъ образомъ опредѣлить ихъ эквивалентныя отношенія къ первоначальному химическому дѣйствію. Такъ Фавръ, опредѣливъ сначала количество теплоты, производимой окисленіемъ даннаго количества цинка, и найдя, согласно съ другими, что такое же количество цинка, тратящагося или окисляющагося на положительныхъ элементахъ гальванической батареи даетъ и такое же количество теплоты, произвелъ слѣдующій опытъ.

Гальваническая батарея и электромагнитъ вставлялись въ калориметръ, и измѣрялась теплота въ то время, когда батарея соединена съ магнитомъ. Послѣ этого электромагнитъ заставляли поднимать тяжесть и такимъ образомъ производить механическую работу, и въ это время снова измѣрили теплоту. Оказалось, что въ послѣднемъ случаѣ развивается меньше теплоты, нежели въ первомъ; слѣдовательно, извѣстное количество теплоты пошло на механическую работу. Опредѣливъ количество потерянной теплоты и количество произведенной работы, онъ вывелъ относительный эквивалентъ работы и теплоты. Въ этихъ опытахъ механическая работа производилась химическимъ дѣйствіемъ, правда не прямо, но такъ какъ теплота и работа находятся здѣсь въ обратныхъ отношеніяхъ, и каждая имѣетъ своимъ источникомъ химическое дѣйствіе, то положительно можно сказать, что онѣ опредѣляются опредѣленнымъ количествомъ химическаго дѣйствія; а такъ какъ кромѣ того и теплота и работа производятся здѣсь электричествомъ и магнетизмомъ, то послѣдніе снова должны также находиться въ опредѣленномъ отношеніи къ начальной химической силѣ.

Ученіе о химическихъ соединеніяхъ въ опредѣленныхъ количественныхъ отношеніяхъ, такъ ясно обнаруживающее связь химіи съ гальваническимъ электричествомъ, приводитъ къ атомистической теоріи, которая, хотя въ общихъ чертахъ и принимается значительнымъ большинствомъ химиковъ, представляетъ однако большія затрудненія, при попыткѣ распространить ее на всѣ химическія соединенія.

Эквивалентныя отношенія, въ которыхъ соединяется химически большое число веществъ, подтверждались при столькихъ случаяхъ, что многіе считали атомистическое ученіе за несо-

мнѣнно вѣрное, за законъ природы; а все таки, когда пришлось прослѣдить соединенія веществъ, очень слабыхъ по химическому притяженію, то отношеніе эквивалентовъ исчезло. Чтобъ возстановить эти законы, приписываютъ элементамъ различные и произвольные коефиціэнты.

Когда нашли, что большое число веществъ соединяется только по опредѣленнымъ вѣсамъ и объемамъ, а не иначе, то вывели заключеніе, что ихъ малѣйшія частицы или атомы имѣютъ опредѣленные размѣры и недѣлимы; въ противномъ случаѣ не было никакого очевиднаго основанія для сохраненія повсюду этого эквивалентнаго отношенія: почему, напр., вода образуется только изъ двухъ объемовъ, или изъ единицы вѣса водорода и изъ одного объема или изъ восьми единицъ по вѣсу кислорода; если бы не было нѣкоторыхъ конечныхъ предѣловъ для дѣлимости частицъ, то почему не образоваться водѣ или жидкому веществу, схожему съ нею по качествамъ, отъ соединенія половины, трети, десятой доли водорода съ восемью частями кислорода?

Вполнѣ согласно съ атомистической теоріей, что вещество можетъ образоваться отъ соединенія 1 части съ 8 частями, или съ 16, или съ 24, потому что въ такомъ веществѣ не было бы подраздѣленія частицъ (предполагаемыхъ недѣлимыми); и это подтверждается многими соединеніями: такъ 14 частей по вѣсу азота соединяются съ 8, 16, 24, 32 и 40 частями по вѣсу кислорода. Также 27 грановъ желѣза соединяются съ 8 гранами кислорода или съ 24, т. е. съ тремя эквивалентами кислорода. Неизвѣстно ни одного состава, въ которомъ бы 27 грановъ желѣза соединялись бы съ двумя эквивалентами или 16 золотниками кислорода; но это не можетъ служить опро-

верженіемъ теоріи, такъ какъ такой составъ еще можетъ быть найденъ или могутъ существовать причины, мѣшающія его образованію и неизвѣстныя въ настоящее время.

Но дальше встрѣчаемъ значительное затрудненіе: 27 частей по вѣсу желѣза соединяются съ 21 частями по вѣсу кислорода и также съ $10^2/_3$ частей кислорода. Такимъ образомъ, если мы оставимъ ту же единицу для желѣза, должны подраздѣлить единицу кислорода, или если мы оставимъ ту же единицу для кислорода, должны подраздѣлить единицу желѣза, или мы должны раздѣлить обоихъ на различныхъ дѣлителей. Что происходитъ теперь съ понятіемъ объ атомѣ или частицѣ, физически недѣлимой?

Будь желѣзо единственнымъ примѣромъ, въ которомъ встрѣчается такое затрудненіе, то можно было бы принять его за необъяснимое исключеніе или за смѣсь двухъ окисей; даже можно бы было прибѣгнуть къ болѣе мелкому подраздѣленію единицъ или эквивалентовъ прочихъ веществъ. Но кромѣ желѣза подъ ту же категорію подходитъ множество другихъ веществъ; и если мы хотимъ сохранить атомистическую номенклатуру въ органическихъ соединеніяхъ, то должно вводить особенныхъ множителей или дѣлителей, для большаго числа тѣлъ, т. е. дѣлить то, что по гипотезѣ недѣлимо.

Для примѣра разсмотримъ вещество болѣе сложное, нежели получаемое отъ соединенія желѣза съ кислородомъ, именно альбуминъ, составленный изъ кислорода, водорода, углерода, азота, фосфора и сѣры. Здѣсь мы должны или дѣлить атомы фосфора и сѣры до того, что приведемъ ихъ къ малымъ дробямъ, или умножать атомы другихъ веществъ на громадныя числа. Такимъ образомъ, для сохраненія единицы одного изъ составляющихъ элементовъ этого вещества химикъ ска-

жетъ: альбуминъ составленъ изъ 400 атомовъ углерода, 310 водорода, 120 кислорода, 50 азота, 2 сѣры и 1 фосфора. Мы взяли крайній случай; но подобныя затрудненія, хотя и въ различныхъ степеняхъ, найдутся во многихъ органическихъ соединеніяхъ. Для многихъ изъ нихъ—ни одного изъ составляющихъ элементовъ нельзя принять за единицу, относительно которой количества другихъ элементовъ, вступающія въ соединеніе, представляли бы простыя кратныя числа ихъ эквивалентовъ. По принятому способу обозначенія, можно назвать атомнымъ соединеніемъ всякое вещество, каковы бы ни были количества его составляющихъ элементовъ. Растворы унціи сахара въ фунтѣ воды, въ полуторахъ фунтахъ, въ фунтъ съ четвертью, съ десятой долей, можно одинаково хорошо выразить атомными формулами, стоитъ только выбрать надлежащаго дѣлителя или множителя.

Правда, что въ растворахъ, до предѣла насыщенія, вещества могутъ соединяться въ различныхъ количествахъ, не измѣняя качественный характеръ состава; тоже самое бываетъ отчасти при смѣшеніяхъ кислотъ съ щелочами. Но даже и въ тѣхъ случаяхъ, когда вещества соединяются только въ опредѣленныхъ количествахъ, эти количества не всегда можно согласить съ строгими законами атомныхъ соединеній, т. е. не всегда одинъ атомъ какого либо вещества соединяется ровно съ однимъ, съ двумя и т. д. атомами другаго. Слѣдовательно, хотя природа и представляетъ намъ факты, указывающіе на опредѣленный законъ соединеній, который во многихъ случаяхъ ограничиваетъ отношенія между количествами соединяющихся веществъ; хотя она доставляетъ намъ много примѣровъ опредѣленныхъ отношеній между вѣсами элементовъ, вступающихъ въ соединеніе; хотя она обнаруживаетъ

также замѣчательную простоту въ соединяющихся объемахъ многихъ газовъ; но вмѣстѣ съ тѣмъ она представляетъ и много противоположныхъ случаевъ, къ которымъ не совсѣмъ удобно примѣняется ученіе объ атомныхъ соединеніяхъ.

Что въ строеніи матеріи или въ силахъ, дѣйствующихъ въ ней, существуетъ нѣчто такое, что производитъ скачки или перерывы въ химическихъ соединеніяхъ — это несомнѣнно; но идея объ атомахъ недостаточна еще для объясненія такихъ перерывовъ.

При помощи особенныхъ множителей или дѣлителей для каждаго элемента, химикамъ удалось представить всѣ соединенія въ выраженіяхъ атомистической теоріи; но они удалились отъ начальнаго закона, который допускаетъ только одни кратныя отношенія, и отъ гипотетическаго опредѣленія атомовъ, къ которому привела ихъ кажущаяся простота отношеній между вѣсами соединяющихся тѣлъ; химики принуждены были измѣнить это опредѣленіе, и противорѣчить себѣ въ выраженіяхъ, дѣля то, что по ихъ же гипотезѣ и опредѣленію недѣлимо.

Поэтому, вполнѣ признавая истинность закона опредѣленныхъ отношеній и переходовъ скачками (per saltum) въ большей части химическихъ соединеній, я все таки не могу принять эти соединенія за доказательство справедливости атомистической теоріи, такъ какъ они подкрѣпляютъ ее только при помощи произвольныхъ опредѣленій.

Подобная натянутость теоріи повидимому распространяется и на ученіе о сложныхъ радикалахъ. Открытіе Гэ-Люсакомъ синерода, вѣроятно, послужило первымъ поводомъ къ этому ученію, теперь общепринятому, даже слишкомъ обобщенному въ органической химіи. Подобно тому, какъ синеродъ,

тѣло очевидно сложное почти во всѣхъ реакціяхъ, дѣйствуетъ какъ элементъ или простое вещество; такъ во многихъ другихъ случаяхъ находятъ, что тѣла, составленныя изъ большаго числа элементовъ, могутъ разсматриваться только какъ двойныя соединенія, если принять извѣстныя группы этихъ элементовъ за сложные радикалы, т. е. за простыя тѣла, когда ихъ сравниваютъ съ веществами болѣе сложными, часть которыхъ онѣ составляютъ, и за непростыя или сложныя только тогда, когда разсматриваютъ ихъ внутренній составъ.

Безъ сомнѣнія ученіе о сложныхъ радикалахъ приноситъ свою пользу,—сближая въ теоріи реакціи органической и неорганической химіи, удерживая умъ въ предѣлахъ проложеннаго пути, не дозволяя ему блуждать въ лабиринтѣ разрозненныхъ фактовъ. Но съ другой стороны, безпредѣльное разнообразіе измѣненій, которыя можно представить себѣ въ группировкѣ элементовъ органическаго вещества, допускаетъ возможность придумать столько двойныхъ соединеній этихъ элементовъ, сколько угодно человѣку занимающемуся ими, и расположеніе этихъ соединеній вполнѣ зависитъ отъ значенія аналогій представляющихся химику. На этомъ основаніи и по причинѣ чрезвычайнаго произвола въ теоретической группировкѣ фактовъ, возникаетъ вопросъ: не приведетъ ли это ученіе, если не ограничить его, скорѣе къ запутанности, нежели къ упрощенію понятій, не будетъ ли оно, вмѣсто разъясненія явленій, затруднять пониманіе ихъ?

ПРОЧІЕ ВИДЫ СИЛЫ.

Катализъ, или химическое дѣйствіе, производимое только однимъ присутствіемъ посторонняго тѣла, обнимаетъ разрядъ фактовъ, который долженъ значительно видоизмѣнить многія изъ нашихъ понятій о химическомъ дѣйствіи. Такъ, кислородъ и водородъ, смѣшанные въ газообразномъ состояніи, могутъ неопредѣленно долго оставаться безъ измѣненія; но введеніе въ нихъ чистой платиновой пластинки производитъ болѣе или менѣе быстрое соединеніе, при чемъ сама пластинка не измѣняется ни въ какомъ отношеніи. Обратно, перекись водорода, состоящая изъ одного эквивалента водорода и двухъ кислорода, не разлагается въ предѣлахъ извѣстной температуры; но если дотронуться до нее губчатой платиной, то разложеніе произойдетъ немедленно и выдѣлится одинъ эквивалентъ кислорода; платина, какъ и прежде, не измѣняется при этомъ. Такимъ образомъ, мы имѣемъ синтезъ и анализъ, т. е. соединеніе и разложеніе, совершающееся повидимому отъ одного прикосновенія посторонняго тѣла. Очень можетъ быть, что увеличеніе электро-химической способности, сообщаемой водѣ прибавленіемъ нѣкоторыхъ кислотъ, напр. сѣрной или фосфорной, безъ всякаго измѣненія самихъ кислотъ,— зависитъ отъ каталитическаго дѣйствія ихъ; но мы слишкомъ

мало знаемъ сущность и причины катализа, чтобы высказать какое нибудь положительное мнѣніе объ его образѣ дѣйствія; можетъ быть, подъ однимъ и тѣмъ же названіемъ кроются здѣсь весьма различныя частичныя дѣйствія. Во всякомъ случаѣ, катализъ не представляетъ особенную силу: онъ только возбуждаетъ или облегчаетъ дѣйствіе химической силы, а слѣдовательно и здѣсь прикосновеніе не создаетъ новой силы.

Силу, развиваемую катализомъ, можно слѣдующимъ образомъ превратить въ электрическій токъ: въ простой парѣ газовой баттареи, о которой я уже упоминалъ, погружаютъ одинъ изъ концевъ платиновой пластинки въ средину трубки съ кислородомъ, а другой въ трубку съ водородомъ, оба газа, точно также какъ и оба конца платиновой пластинки, сообщаются посредствомъ воды или другой электролитической жидкости; отъ этого образуется гальваническая пара, которая производитъ, по желанію испытателя, электричество, теплоту, свѣтъ, магнетизмъ и движеніе.

Въ такой парѣ мы имѣемъ разительный примѣръ попеременныхъ расширеній и сокращеній, подобныхъ хотя и въ болѣе утонченной формѣ расширеніямъ и сокращеніямъ отъ теплоты и холода, упомянутымъ въ началѣ этого сочиненія, и сравненнымъ для наглядности съ измѣненіемъ размѣровъ двухъ пузырей, отчасти наполненныхъ воздухомъ. Такъ, въ то время, когда въ каждой парѣ газовой баттареи кислородъ и водородъ, соединяясь химически, теряютъ свой газообразный характеръ и превращаются въ воду, на платиновыхъ концахъ баттареи, при погруженіи ихъ въ воду, вода разлагается и выдѣляется кислородъ и водородъ. Соотносительность силы, которая измѣняетъ газъ въ жидкость на од-

ной точкѣ пространства, и обратно — жидкость въ газъ на другой, и равенство объемовъ газовъ, исчезающихъ на одномъ мѣстѣ и появляющихся на другомъ, обманываютъ неопытный глазъ, показывая какъ будто газы проходятъ чрезъ проволоки.

О притяженіи, инерціи и сцѣпленіи я только мимоходомъ замѣтилъ въ первоначальныхъ лекціяхъ; ихъ отношенія къ другимъ видамъ силы обнаруживаются не такъ ясно и опредѣленно. Но такъ какъ дѣйствія притяженія и инерціи проявляются въ движеніи и сопротивленіи движенію, то, говоря о движеніи, я коснулся нѣсколько и ихъ отношенія къ другимъ силамъ.

По моему мнѣнію, притяженіе, взятое отдѣльно, въ состояніи произвести другую силу, если задержать причиненное имъ движеніе. Такимъ образомъ, принимая метеоръ за массу движущуюся по своей орбитѣ вокругъ земли и не встрѣчающую сопротивленія среды, найдемъ, что пока происходитъ движеніе этой массы, оно служитъ представителемъ первоначально сообщенной ей силы. Если же движеніе метеора происходитъ въ сопротивляющейся средѣ, то часть этой силы передается средѣ въ видѣ движенія, теплоты, электричества, или въ видѣ другой какой силы. Если метеоръ приблизится къ землѣ на столько, что долженъ упасть на нее, видимое движеніе его прекратится, но оно частью передается землѣ, произведя сотрясеніе всей ея массы, частью оно обнаружится подъ видомъ теплоты и въ землѣ, и въ метеорѣ, а частію оно измѣнитъ и положеніе земли относительно ея центра тяжести, и т. д. Притяженіе есть только наше субъективное представленіе и мнѣ кажется, что притяженіе относится къ другимъ видамъ силы, точно также какъ относится къ нимъ давленіе или движеніе. Когда задержанное движеніе производитъ теплоту, то

не все ли равно произведено ли это движеніе падающимъ тѣломъ, т. е. притяженіемъ, или тѣломъ брошеннымъ посредствомъ взрывнаго состава, и т. д.? теплота получится одна и таже, если только масса и скорость во время задержанія одни и тѣже. Инаго отношенія между притяженіемъ и другими силами я не понимаю и совершенно не могу согласиться съ тѣми, которые видятъ здѣсь болѣе таинственную связь.

Мозотти математически разбиралъ вопросъ о тождествѣ тяготѣнія съ частичнымъ притяженіемъ; и Плюкеръ недавно успѣлъ доказать, что кристаллическія тѣла подвергаются опредѣленному дѣйствію магнетизма и принимаютъ относительно линій магнитной силы положеніе, зависящее отъ ихъ оптическихъ осей или осей симметріи.

Оптическою осью называютъ опредѣленное направленіе внутри кристалловъ, по которому они не преломляютъ свѣтъ вдвойнѣ; это направленіе у кристалловъ съ одною оптическою осью или линіей, вокругъ которой фигура кристалла расположена симметрично, параллельно оси симметріи. Подвергаясь магнитному вліянію, такіе кристаллы принимаютъ положеніе, въ которомъ ихъ оптическая ось становится, подобно діамагнитнымъ тѣламъ, перпендикулярно къ линіи магнитной силы; а въ нѣкоторыхъ кристаллахъ съ двумя оптическими осями, помѣщается діамагнитно равнодѣйствующая этихъ осей. Ціапитъ такъ замѣтно подвергается дѣйствію магнетизма, что въ висячемъ положеніи самъ собой принимаетъ опредѣленное направленіе относительно земнаго магнетизма и, по словамъ Плюкера, можетъ служить вмѣсто компасной стрѣлки.

Почти несомнѣнно, что сцѣпленіе таже самая сила, которая сообщаетъ матеріи кристаллическія формы. Дѣйствительно, если не всѣ, то большая часть аморфныхъ неорганиче-

скихъ тѣлъ, при тщательномъ изслѣдованіи, оказывается кристаллическими по своему строенію. Такимъ образомъ мы встрѣчаемъ взаимность дѣйствія между силой, соединяющей частицы матеріи, и магнитной силой, а при посредствѣ магнетизма можетъ быть опредѣлено отношеніе между притяженіемъ и сцѣпленіемъ и другими видами силы.

Я увѣренъ, что основанія и образъ сужденія, проводимыя мной въ этомъ сочиненіи, могутъ прилагаться и къ органическому міру совершенно также, какъ къ неорганическому; и что мускульная сила, животная и растительная теплота и т. д. могутъ—какъ это навѣрное докажутъ дальнѣйшія изслѣдованія—обнаруживать опредѣленныя отношенія между собою. Но, такъ какъ я не занимался этими отраслями науки, то я и рѣшился не говорить о нихъ здѣсь; коснувшись однако этаго предмета, я долженъ вкратцѣ упомянуть объ опытахъ Маттеучи, сообщенныхъ имъ Королевскому Обществу въ 1850 году. Изъ нихъ обнаруживается, что каковъ бы ни былъ видъ силы, распространяющейся вдоль нервныхъ волоконъ, электрическіе токи дѣйствуютъ на него опредѣленнымъ образомъ. Эти опыты показали, что если положительное электричество передается черезъ часть мускула живаго животнаго въ томъ направленіи, по которому развѣтвляются нервы, т. е. по направленію отъ мозга къ периферіи, происходитъ мускульное сокращеніе въ испытуемомъ членѣ, этимъ обнаруживается дѣйствіе тока на нервы движенія; если же электрическій токъ передается мускуламъ въ обратномъ направленіи, т. е. отъ периферіи къ нервнымъ центрамъ, животное испускаетъ крики и выказываетъ всѣ признаки болѣзненнаго страданія, при чемъ не замѣчается никакого мускульнаго движенія; это показываетъ, что нервы чувствъ подвергаются дѣйствію электрическаго тока. Слѣдо-

вательно въ нервахъ существуетъ или находится нѣкоторое опредѣленное полярное состоянie относительно электричества, и вѣроятно эта полярность и составляетъ нервное дѣйствie. Въ мемуарѣ Маттеучи указаны другiя аналогiи, основанныя на дѣйствiи электрическихъ органовъ рыбъ; эти аналогiи могутъ служить къ подтвержденiю и развитiю этого взгляда.

Примѣняя ученie о соотношенiи силъ, д-ръ Карпентеръ показалъ, какъ можно отчасти разрѣшить затрудненie, возникающее изъ обыкновенныхъ понятiй о развитiи организованнаго существа изъ зародышей клѣточки. Многie физiологи думали, что nisus formativus, сила организующая животныя и растительныя ткани, находится въ первоначальной зародышной клѣточкѣ, но только въ состоянiи бездѣйствiя. „Такъ что организующая сила, необходимая для образованiя дуба или пальмы, слона или кита, заключена въ малѣйшей частицѣ видимой только въ микроскопъ.“ Было предложено и нѣсколько другихъ мнѣнiй, но они не менѣе затруднительны. Д-ръ Карпентеръ указалъ на вѣроятность постепеннаго и непрерывнаго дѣйствiя внѣшнихъ силъ: теплоты, свѣта, химическаго сродства на вещество зародыша, такъ что нужно только чтобы въ зародышѣ была структура, способная принимать, направлять, превращать эти силы въ другiя, которыя способствуютъ усвоенiю посторонней матерiи и опредѣленному развитiю особеннаго строенiя организма. Въ подтвержденie этого мнѣнiя онъ показываетъ, до какой степени процессъ развитiя зародыша зависитъ отъ присутствiя и дѣйствiя постороннихъ силъ, преимущественно свѣта и теплоты, и какъ этотъ процессъ регулируется опредѣленнымъ примѣненiемъ тѣхъ же силъ.

Конечно гораздо рацiональнѣе допустить въ развивающемся организмѣ приращенie силъ извнѣ, нежели принять запасъ

спящей или скрытой силы, заключенной въ микроскопической монадѣ.

Подобно тому, какъ искусственная гальваническая баттарея сообщаетъ опредѣленное направленіе химическому дѣйствію, точно также и растительный или животный организмъ можетъ превращать движеніе, составляющее теплоту, свѣтъ и т. д., въ силы, производящія поглощеніе и усвоеніе питательныхъ веществъ, и нервныя дѣйствія, и мускульную силу. Намеки на подобный взглядъ можно найти въ сочиненіяхъ Либиха.

При изученіи соотношенія жизненныхъ силъ съ неорганическими физическими силами встрѣчается затрудненіе, происходящея отъ дѣйствій ощущенія и внутренняго чувства; здѣсь проистекаютъ такія же смѣшенія понятій, какъ и тѣ, о которыхъ я упомянулъ, говоря о теплотѣ, и при этомъ высказалъ, что наблюдатели весьма склонны смѣшивать ощущенія съ явленіями.

Для приложенія нѣкоторыхъ понятій о силѣ, данныхъ въ введеніи къ этому сочиненію, въ случаяхъ, гдѣ участвуетъ жизненность и ощущенія, я разсмотрю слѣдующій примѣръ: когда рука поднимаетъ тяжелое тѣло, то здѣсь долженъ быть, согласно съ ученіемъ, что сила не можетъ быть создана изъ ничего, расходъ силы, равный напряженію тяжести, которую нужно преодолѣть для поднятія тѣла. Что расходъ этотъ дѣйствительно происходитъ, можно доказать, хотя при настоящемъ состояніи науки нельзя измѣрить его. Дѣйствительно, если продлимъ усиліе, продержавъ тѣло въ теченіе часа или двухъ, то жизненная сила ослабнетъ; для вознагражденія истощенія необходима пища, т. е. свѣжая химическая сила. Если не произойдетъ такого вознагражденія, а усиліе продлится, то мы видимъ потерю силы, обнаруживающуюся усталостью и изнуреніемъ тѣла.

Ощущеніе усилія, служившее нѣкоторымъ писателямъ основаніемъ доводовъ, въ ихъ изслѣдованіяхъ о силѣ, и считавшееся ими основною причиной нашихъ понятій о силѣ, можетъ быть сравнено съ ощущеніями въ явленіяхъ теплоты и холода, т. е. съ ощущеніями борьбы противоположныхъ частныхъ движеній, преодолѣвающихъ сопротивленіе массъ, приводимыхъ ими въ движеніе. Наши выраженія ощущеніе теплоты, ощущеніе холода, ощущеніе производимаго нами усилія, понятны только существамъ, способнымъ испытывать такія же ощущенія; но физическія измѣненія сопровождающія эти ощущенія вовсе не объясняются этими выраженіями. Не имѣя претензіи знать настоящаго образа дѣйствія (Modus agendi) мозга, нервовъ, мускуловъ и т. д.,—что вѣроятно навсегда останется неизвѣстнымъ,—мы можемъ изучать жизненныя явленія, подобно неорганическимъ, одновременно и наблюденіемъ и опытомъ.

Беньяминъ Броди изучалъ дѣйствіе дыханія на животную теплоту, производя искусственное дыханіе по перерѣзываніи спиннаго мозга. Онъ нашелъ въ этомъ случаѣ уменьшеніе животной теплоты, не смотря на продолженіе химическаго дѣйствія дыханія и образованіе углекислоты; но онъ нашелъ также, что при такихъ обстоятельствахъ, энергія мускульнаго дѣйствія животнаго очень велика и вѣроятно ея достаточно для поглощенія теплоты, возбуждаемой химическимъ дѣйствіемъ пищеваренія и дыханія.

Либихъ, измѣряя количество химическаго дѣйствія пищеваренія и дыханія, а также сравнивая его съ полученной работой, опредѣлилъ до извѣстной степени ихъ эквивалентныя отношенія.

Гельмгольцъ нашелъ, что совершающіяся въ мускулахъ химическія измѣненія значительнѣе при сокращеніи мускуловъ,

нежели при ихъ покойномъ состояніи; и что, какъ и слѣдовало ожидать, расходъ мускульной матеріи или, другими словами, изверженіе негодной или испорченной матеріи, въ первомъ случаѣ больше, нежели во второмъ.

Маттеучи удостовѣрился, что мускулы только что умерщвленной лягушки поглощаютъ кислородъ и выдѣляютъ кислоту, и если въ нихъ производить сокращенія, то пока они производятъ механическую работу, поглощеніе кислорода увеличивается; онъ даже вычислилъ эквивалентъ произведенной такимъ образомъ работы.

Бекларъ нашелъ, что количество теплоты возбуждаемой въ человѣкѣ произвольнымъ мускульнымъ сокращеніемъ больше, когда это сокращеніе, какъ онъ называлъ, статическое, т. е. такое, при которомъ не происходитъ никакой внѣшней работы, а только одно усиліе, нежели когда это усиліе и сокращеніе расходуется динамически, напримѣръ на поднятіе груза или на совершеніе механической работы.

Итакъ, хотя въ настоящее время мы не видимъ никакой возможности разложить наши ощущенія на ихъ конечные элементы, или опредѣлить физическую связь, соединяющую наше желаніе съ нашими движеніями или усиліями, въ предѣлахъ нашего собственнаго сознанія, мы все таки можемъ настойчиво стремиться къ разрѣшенію этаго крайне интереснаго вопроса.

Въ одномъ и томъ же индивидуумѣ химическое и физическое состоянія выдѣленій въ теплыхъ частяхъ тѣла могутъ быть сравниваемы съ выдѣленіями холодныхъ частей. Измѣненія въ пищевареніи и дыханіи, при недѣятельномъ состояніи тѣла, могутъ быть сравниваемы съ подобными же измѣненіями при дѣятельномъ состояніи тѣла. Отношенія организма къ внѣшней матеріи, поддерживающія, постепеннымъ возбужденіемъ природ-

ныхъ силъ жизненную связь, или организацію, посредствомъ которой матерія и сила получаютъ, на опредѣленное время, опредѣленное сочетаніе и направленіе, эти отношенія могутъ быть ясно обнаружены; въ тоже время менѣе замѣтныя измѣненія въ строеніи открываются намъ только съ увеличеніемъ силы микроскопа. Такимъ образомъ, идя постепенно впередъ, мы можемъ изучать только то, что доступно нашему изученію: но оно неограниченно въ своемъ теченіи и безконечно въ своемъ распространеніи, и потому никогда не даетъ намъ отвѣта на окончательный вопросъ:—какъ?

Подобно тому, какъ первый лучъ новой звѣзды, ускользая иногда отъ взора астронома, прямо смотрящаго на нее, случайно замѣчается астрономомъ, смотрящимъ на одну изъ точекъ пространства не вдалекѣ отъ звѣзды, и для окончательнаго опредѣленія положенія и фигуры свѣтила бываетъ нужно прибѣгнуть къ сильнѣйшему увеличиванію,—такъ точно и первые проблески новаго явленія въ природѣ часто сами собой представляются глазу наблюдателя, смотрящаго на нихъ случайно со стороны, и совершенно ускользаютъ отъ него, если онъ прямо смотритъ на нихъ. Только что новыя усилія мысли и опыта развили и исправили начальныя познанія и опредѣлили характеръ новаго представленія, который вѣроятно весьма различенъ отъ перваго впечатлѣнія, какъ уже новые вопросы возникаютъ на краяхъ новаго поля зрѣнія, вопросы, которые въ свою очередь провѣряются и приводятъ къ дальнѣйшему расширенію круга знаній. Такимъ образомъ попытка установить одно наблюденіе, открываетъ намъ новое поле для обширнѣйшихъ изслѣдованій, и вмѣсто приближенія къ послѣднему предѣлу, чѣмъ больше мы открываемъ, тѣмъ безконечнѣе представляется рядъ неоткрытыхъ явленій!

ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЯ ЗАМѢЧАНІЯ.

Теперь я разсмотрѣлъ всѣ проявленія матеріи, обозначенныя въ общепринятой номенклатурѣ опредѣленными названіями. Весьма вѣроятно, что можно открыть другія силы, на столько же отличныя отъ разсмотрѣнныхъ, на сколько эти отличаются между собою. Но когда новыя силы будутъ открыты и образъ ихъ дѣйствія вполнѣ опредѣленъ, окажется, что и онѣ находятся во взаимномъ отношеніи между собою и къ другимъ силамъ, подобно соотношенію послѣднихъ. По моему мнѣнію это на̀ столько же вѣрно, на сколько вообще можетъ быть предсказано всякое будущее событіе.

Во многихъ случаяхъ очень трудно опредѣлить въ чемъ именно состоятъ отличительныя свойства матеріи или вида силы. Весьма вѣроятно, что различныя разграниченія между извѣстными силами, были бы иначе проведены, еслибъ эти силы были открыты другими способами, или наблюдались бы съ другихъ точекъ связывающей ихъ цѣпи. Такъ лучистая теплота и свѣтъ значительно различаются другъ отъ друга по образу дѣйствія ихъ на наши чувства; если же разсматривать ихъ по образу дѣйствія на неорганическую матерію, то вѣроятно получились бы совершенно другія понятія о ихъ качествахъ и отношеніяхъ. Электричество получило свое названіе отъ вещества,

въ которомъ его открыли; магнетизмъ отъ мѣстности, гдѣ впервые его наблюдали; рядъ посредствующихъ явленій такъ связалъ электричество съ гальванизмомъ, что они теперь разсматриваются какъ одна и та же сила, различающаяся только по количеству и по степени своей напряженности, хотя они и считались въ теченіе долгаго времени за явственно различныя силы. Явленіе притяженія и отталкиванія, производимыя янтаремъ, отъ котораго произошло слово электричество, на столько не похоже на разложеніе воды гальваническимъ токомъ, на сколько это только возможно для двухъ естественныхъ явленій. И только потому, что историческая послѣдовательность научныхъ открытій соединила ихъ достаточнымъ числомъ посредствующихъ связей, ихъ относятъ къ одной категоріи. Такъ называемое гальваническое электричество также вѣрно и кажется даже и вѣрнѣе можетъ быть названо гальванической химіей. Я привожу этотъ фактъ, чтобъ показать, что названія часто больше различаются между собою, нежели обозначаемыя ими предметы и наоборотъ. Я не хочу изъ этого сдѣлать возраженія противъ принятой номенклатуры или сказать, что было бы благоразумнѣе устранить ее. За такимъ устраненіемъ принятыхъ обозначеній неизбѣжно послѣдовали бы замѣшательства и недоразумѣнія, и притомъ такія же сильныя возраженія навѣрное можно бы было привести и противъ новой терминологіи.

Установившіяся до извѣстной степени слова дѣлаются достояніемъ общественной мысли; ея сила и даже существованіе зависятъ отъ принятія надлежащихъ символовъ; если вдругъ отбросить символы, или измѣнить ихъ сообразно индивидуальнымъ пониманіямъ, прекратится пріобрѣтеніе и передача научныхъ познаній. Безъ сомнѣнія введеніе новыхъ названій позво-

лительнѣе въ физикѣ, нежели въ другихъ отрасляхъ знаній, потому что она болѣе прогрессивна: новыя факты, новые отношенія требуютъ новыхъ названій; но даже и здѣсь слѣдуетъ пользоваться ими съ большою осторожностью.

Si forte necesse est
Indiciis monstrare recentibus abdita rerum,
Fingere cinctutis non exaudita Cethegis
Cotinget; dabiturque licentia, sumpta pudenter.

(Если необходимо обозначать новыми знаками прошлое вещей, значеніе дается послѣ долгихъ размышленій).

Даже, если когда либо и устранится идея о различіи силъ и всѣ виды ихъ будутъ разсматриваться какъ проявленіе одной и той же силы, или окончательно, какъ движеніе, даже и тогда мы не въ состояніи будемъ избѣжать употребленія различныхъ выраженій соотвѣтствующихъ различнымъ видамъ дѣйствія этой одной всеобъемлющей силы.

Пересматривая приведенныя здѣсь отношенія между различными силами, можно замѣтить, что во многихъ случаяхъ, гдѣ проявляется одна изъ силъ, проявляются и другія. Такъ, когда электризуется вещество, напримѣръ: сѣрнистая сюрьма, она становится магнитною по направленіямъ перпендикулярнымъ къ линіямъ электрической силы; въ тоже самое время она нагрѣвается болѣе или менѣе значительно, смотря по напряженности электрической силы. Если эта напряженность превзойдетъ извѣстную степень, сюрьма начинаетъ свѣтиться, и получается свѣтъ; она расширяется, слѣдовательно получается движеніе; и она разлагается, слѣдовательно получается химическое дѣйствіе. Наэлектризуемъ другое вещество, напримѣръ металлъ, возбудятся всѣ силы, исключая химическаго сродства,

и хотя намъ трудно допустить химическое дѣйствіе въ веществѣ до сихъ поръ неразложенномъ и не вступающемъ, при разсматриваемыхъ нами обстоятельствахъ, ни въ какое новое соединеніе, все таки это вещество подвергается тому виду поляризаціи, который, на сколько мы можемъ судить, составляетъ первый шагъ къ химическому дѣйствію, и который, будь вещество разложимо, разложилъ бы его на составные элементы. Можетъ быть и въ самомъ дѣлѣ происходитъ какое либо до сихъ поръ не открытое химическое дѣйствіе въ веществахъ, принимаемыхъ нами за неразлагаемыя. Существуютъ опыты, показывающіе, что металлы послѣ электризованія прочно измѣняются въ своемъ частичномъ строеніи; кислородъ, какъ мы видѣли, измѣняется отъ электрической искры въ озонъ, а фосфоръ въ аллотропическій фосфоръ; измѣненія эти долгое время оставались неизвѣстными даже и хорошо знакомымъ съ явленіями электричества.

Такимъ образомъ, въ нѣкоторыхъ веществахъ развитіе одной силы сопровождается одновременнымъ возбужденіемъ и всѣхъ прочихъ. Въ другихъ веществахъ, вѣроятно во всей матеріи, вмѣстѣ съ одной силой возбуждаются только нѣкоторыя изъ прочихъ, и могли бы развиваться всѣ, еслибы матерія находилась въ условіяхъ соотвѣтствующихъ ихъ развитію, или наши средства для открытія ихъ были бы достаточно чувствительны.

Одновременное развитіе многихъ различныхъ силъ представляется на первый взглядъ несогласнымъ съ ихъ неизбѣжной взаимной зависимостью, и разумѣется отъ этого проистекаетъ огромное затрудненіе для опытнаго опредѣленія ихъ эквивалентныхъ отношеній. Но въ дѣйствительности точное изслѣдованіе показываетъ, что одновременность проявленія ни-

сколько не противорѣчитъ проводимому здѣсь взгляду; напротивъ въ ней и заключается сильный доводъ въ пользу теоріи, которая разсматриваетъ различныя силы какъ виды движенія.

Выберемъ одинъ или два случая, гдѣ такого рода возраженіе особенно рѣзко бросается въ глаза. Гальваническій токъ батареи, разлагающій воду въ вольтаметрѣ, въ тоже самое время употребляется для возбужденія электромагнита; несмотря на послѣднее обстоятельство, въ вольтометрѣ получается тотъ же самый объемъ газа, при томъ же химическомъ разложеніи въ батареѣ, какъ если бы и не было электромагнита. Здѣсь на первый взглядъ кажется, что магнетизмъ получается безъ израсходованія силы и что такимъ образомъ батарея даетъ больше эквивалентнаго количества силы. Въ отвѣтъ на это возраженіе можно сказать, что при этомъ опытѣ обыкновенно употребляется батарея изъ нѣсколькихъ паръ и поэтому въ парахъ возбуждается гораздо большее количество силы, нежели то, на которое указываетъ дѣйствіе вольтаметра. Сверхъ того, и до введенія въ токъ электромагнита, магнитная сила одинаково существуетъ по всему току; это видно изъ того, что проволока соединяющая полюсы батареи притягиваетъ желѣзные опилки, отклоняетъ магнитную стрѣлку и т. д., и производитъ діамагнитное дѣйствіе на окружающую матерію. Небольшая часть силы дѣйствительно поглощается желѣзнымъ кускомъ, но только пока онъ намагничивается, а по образованіи магнита поглощеніе прекращается; это доказано наблюденіями Латимера Кларка, который нашелъ, что магнитныя стрѣлки, помѣщенныя на различныхъ разстояніяхъ вдоль проволокъ электрическаго телеграфа, остаются неподвижными, послѣ того какъ батарея замкнута, и когда электрическій токъ дѣйствуетъ посредствомъ индукціи на окружающую

проводящую матерію, отдѣленную отъ проволокъ слоемъ гутаперчи, такъ что образуется нѣчто въ родѣ лейденской банки; но какъ скоро эта индукція произвела свое дѣйствіе, или, такъ сказать, банка зарядилась, стрѣлки послѣдовательно отклоняются. Это похоже на случай поднятія тяжести блокомъ, гдѣ расходуется сила только во время поднятія груза; когда же онъ поднятъ, сила освобождается и можетъ идти на другія употребленія. Еслибъ въ этомъ опытѣ была употреблена одна пара, только на столько сильная, чтобъ разлагать воду, но не больше, то конечно это разложеніе прекратится, если въ тоже время токъ долженъ будетъ возбудить магнетизмъ. Для разложенія воды въ вольтометрѣ долженъ быть, во всякомъ случаѣ, избытокъ химическаго сродства въ батареѣ, или вслѣдствіе свойствъ ея паръ или вслѣдствіе увеличиванія числа этихъ паръ; и если довести силу тока только до предѣла, при которомъ начинается разложеніе воды, и потомъ уменьшить силу посредствомъ сопротивленія, разложеніе должно прекратиться: будь это иначе, представляй разложеніе въ вольтометрѣ всю силу гальваническихъ паръ, и производись независимо отъ нея магнитная сила, послѣдняя являлась бы изъ ничего и осуществилось бы вѣчное движеніе.

Приводимъ другой выдающійся примѣръ. Кусокъ цинка, растворяемый въ слабой сѣрной кислотѣ, даетъ нѣсколько меньше теплоты сравнительно съ тѣмъ случаемъ, когда къ цинку прикрѣплена платиновая проволока и онъ растворяется въ томъ же количествѣ кислоты. Возраженіе заключается въ слѣдующемъ: такъ какъ во второмъ случаѣ больше электричества, нежели въ первомъ, то должно было бы быть меньше теплоты. Но согласно принятой нами теоріи, теплота есть произведеніе электрическаго тока; и какъ вслѣдствіе нечистоты цинка элек-

тричество порождается и въ первомъ случаѣ на одномъ мѣстѣ, не переходя въ общее направленіе, то должно быть больше и теплоты и электричества во второмъ случаѣ нежели въ первомъ; потому что теплота и электричество, происходящія отъ гальваническаго соединенія цинка и платины, присоединяются къ возбуждаемымъ на поверхности цинка, и слѣдовательно цинкъ долженъ быстрѣе растворяться; такимъ образомъ, избытокъ теплоты и электричества производится избыткомъ химической силы. Можно привести много другихъ примѣровъ этого рода аномалій. Но хотя трудно и вѣроятно невозможно ограничить дѣйствіе какой нибудь силы произведеніемъ другой силы и при томъ только этой силы, а ничего другого; но, положимъ, удалось все количество одной силы, напр. химическаго дѣйствія, употребить на произведеніе полнаго эквивалента другой силы, напр. теплоты. Теплота, въ свою очередь, способна производить химическое дѣйствіе и притомъ въ количествѣ равномъ или въ меньшемъ только на безконечно малую часть начальной силы, — еслибъ эта теплота могла въ тоже самое время независимо отъ превращенія въ химическую силу производить еще другую силу, напримѣръ, магнетизмъ, то, присоединяя магнетизмъ къ полному количеству теплоты, мы получили бы больше, чѣмъ первоначальное количество химическаго дѣйствія, слѣдовательно могли бы сотворить силу изъ ничего и получить вѣчное движеніе.

Слово „соотношеніе", употребленное мною въ оглавленіи моихъ лекцій въ 1843, вѣрно истолкованное, означаетъ неизбѣжную, тѣсную и взаимную зависимость двухъ понятій, нераздѣльныхъ даже въ нашемъ умѣ: такъ понятіе о высотѣ не можетъ существовать безъ противоположнаго понятія о глубинѣ; понятіе о предкахъ не можетъ существовать независимо

отъ понятія о потомкахъ. Слово „соотношеніе“ почти или совсѣмъ не употреблялось въ сочиненіяхъ по физикѣ; однако, если не ограничиваться строго первоначальнымъ смысломъ этого слова, имъ можно лучше, чѣмъ какимъ либо другимъ, выразить обширное разнообразіе отношеній между физическими явленіями. Есть, напримѣръ, много явленій, изъ которыхъ одно не можетъ быть безъ другаго; одно плечо рычага нельзя опустить безъ поднятія другого; палецъ не можетъ давить на столъ, безъ того чтобы столъ не давилъ на палецъ; одно тѣло не можетъ нагрѣться безъ охлажденія другаго, или безъ расхода другой силы въ количествѣ эквивалентномъ производимой теплотѣ; ни одно тѣло не можетъ наэлектризоваться положительно, безъ того чтобы другое тѣло не наэлектризовалось отрицательно, и т. д.

Весьма вѣроятно, что если не всѣ, то большая часть физическихъ явленій находятся въ взаимномъ отношеніи между собой и что безъ двойственности представленія мы не можемъ составить себѣ понятія о нихъ: такъ мы не можемъ понять или даже, можетъ быть, представить себѣ, движеніе безъ параллактическаго или относительнаго измѣненія положенія. Земля считалась неподвижной, пока изъ сравненія ея положенія съ положеніемъ небесныхъ тѣлъ не нашли, что она измѣняетъ свое мѣсто относительно ихъ: не будь внѣ земли никакой замѣтной матеріи, мы бы никогда не открыли ея движенія. Плывя вдоль рѣки, наблюдатель видитъ, что неподвижныя суда и предметы на берегахъ движутся относительно его; если онъ наконецъ доходитъ до убѣжденія, что движется самъ, а не предметы, то только повѣркой внѣшнихъ впечатлѣній размышленіемъ, основаннымъ на болѣе обширномъ предварительномъ наблюденіи. Даже здѣсь онъ можетъ составить себѣ понятіе о движеніи

судна, на которомъ находится, только по измѣненію его положенія относительно проходимыхъ предметовъ; конечно, при этомъ самъ наблюдатель долженъ участвовать въ движеніи судна, что можетъ быть только при совершенно равномѣрномъ движеніи; иначе измѣненіе положенія различныхъ частей тѣла наблюдателя относительно судна укажетъ ему на попеременное, а не на поступательное движеніе. Такъ точно и во всѣхъ физическихъ явленіяхъ дѣйствія, производимыя движеніемъ, всегда пропорціональны относительному движенію; такъ, электрическія дѣйствія будетъ тѣ же самыя: двигается ли колесо электрической машины, а подушка остается неподвижной, или подушка двигается, а колесо неподвижно, или двигаются оба вмѣстѣ, но по различнымъ направленіямъ, или даже и по одному направленію, но съ различными скоростями, если только при этомъ не измѣняются прочія обстоятельства и движеніе частицъ колеса относительно подушки будетъ совершенно одно и тоже. Это безъ исключенія справедливо и для всѣхъ другихъ явленій. Вопросъ о возможности абсолютнаго движенія или вопросъ о возможности существованія абсолютно уединенной силы есть чисто метафизическій вопросъ идеализма или реализма, вопросъ малозначущій для нашей цѣли. Изслѣдователь чисто физическихъ явленій руководствуется правиломъ «de non apparentibus et non existentibus cadem est ratio» (т. е. невидимое и несуществующее одно и тоже).

Смыслъ, приданный мною при изслѣдованіи явленій, слову „соотношеніе“ кажется достаточно выясненъ въ предъидущихъ частяхъ этого сочиненія; онъ означаетъ неизбѣжное и взаимное воспроизведеніе, другими словами—всякая сила, способная производить другую, можетъ въ свою очередь быть производима ею, и можетъ встрѣтить въ этой силѣ сопротивленіе,

пропорціональное ея напряженности, потому что всякое дѣйствіе всегда встрѣчаетъ противодѣйствіе; такимъ образомъ дѣйствію электромагнитной машины противодѣйствуетъ возбужденное имъ магнито-электричество.

Впрочемъ, во многихъ разсмотрѣнныхъ нами случаяхъ, слово „соотношеніе“ можно примѣнять въ смыслѣ болѣе согласномъ съ его обыкновеннымъ значеніемъ: такъ, относительно электричества и магнетизма въ ихъ динамическомъ состояніи мы не можемъ наэлектризовать тѣло, не намагничивая его, — не можемъ намагнитить, не наэлектризовывая его: — каждая частица, подвергнутая дѣйствію одной изъ этихъ силъ, подвергается дѣйствію другой. Эти силы, хотя и дѣйствуютъ перпендикулярно одна къ другой, но нераздѣльно и тѣсно связаны между собой; — онѣ соотносительны, но не тождественны.

Переходъ одной силы или вида силы въ другой навело многихъ физиковъ на мысль, что всѣ различные дѣятели природы могутъ быть приведены къ одной единицѣ, что всѣ они вытекаютъ изъ одной силы, которая и есть настоящая причина всѣхъ другихъ; такъ, одинъ авторъ принимаетъ электричество за причину всѣхъ измѣненій въ матеріи; другой,— химическое сродство, третій теплоту и такъ далѣе. Если сущность явленій, какъ я показалъ здѣсь, состоитъ въ томъ, что каждый видъ силы способенъ производить другіе, что ни одинъ изъ нихъ не можетъ произойти иначе, какъ отъ предшествующей силы, тогда всякое воззрѣніе на ту или другую изъ нихъ какъ на дѣйствующую причину всѣхъ остальныхъ ошибочно. Я полагаю, что такое воззрѣніе произошло отъ смѣшенія отвлеченнаго или общаго значенія слова „причина“ съ его особеннымъ или конкретнымъ смысломъ, при безсознательномъ употребленіи этого слова въ обоихъ значеніяхъ.

Другое смѣшеніе выраженій, которымъ я въ самомъ дѣлѣ много затруднялся при выраженіи предложеній, высказанныхъ на этихъ страницахъ, происходитъ отъ несовершенства, по большей части неизбѣжнаго, но тѣмъ не менѣе затрудняющаго. Именно—слова: свѣтъ, теплота, электричество и магнетизмъ постоянно употребляются въ двухъ значеніяхъ: въ значеніи силы производящей или субъективнаго понятія о силѣ, и въ значеніи производимаго дѣйствія или объективнаго явленія. Въ самомъ дѣлѣ, движеніе означаетъ только дѣйствіе, а не силу; выраженіе „химическое сродство“ означаетъ наоборотъ только силу, а не дѣйствіе; другіе же четыре названія, за недостаткомъ ясной терминологіи, означаютъ безразлично то и другое. Я пользовался этими словами, иной разъ въ ихъ субъэктивномъ, а другой разъ въ объэктивномъ смыслѣ; я могу только сказать, что этого нельзя избѣжать безъ введенія новыхъ словъ, на что не имѣю ни претензіи, ни достаточнаго авторитета. Кромѣ того, противъ употребленія множественнаго числа слова „сила“ могутъ мнѣ возразить тѣ, которые не соединяютъ со словомъ „сила“ понятія объ специфическомъ дѣйствіи, а подразумѣваютъ подъ нимъ общее свойство матеріи, разнообразныя же явленія, представляемыя матеріей, считаютъ только различнымъ видоизмѣненіемъ дѣйствія этого свойства.

Принимать ли невѣсомыхъ дѣятелей, разсматриваемыхъ какъ силу, а не какъ матерію, за опредѣленныя отдѣльныя силы или за видоизмѣненія одной силы вѣроятно въ сущности все равно, потому что, какъ мнѣ кажется, оба воззрѣнія приводятъ къ однимъ и тѣмъ же результатамъ. Поэтому я пользовался выраженіями силы и видоизмѣненія силы безразлично, смотря потому которое изъ нихъ казалось болѣе удобнымъ.

Во всемъ этомъ сочиненіи я относилъ движеніе къ одной

и той же категоріи съ другими свойствами матеріи. Послѣдовательный ходъ соображеній, кажется, приводитъ неизбѣжно къ заключенію, что эти свойства матеріи сами по себѣ суть виды движенія; что какъ при треніи, грубое или замѣтное движеніе, задерживаемое прикосновеніемъ другаго тѣла, подраздѣляется на частичныя движенія или колебанія, которыя и производятъ, смотря по обстоятельствамъ, теплоту или электричество; такъ точно и другія свойства матеріи заключаются только въ движеніи или колебаніи частицъ по нѣкоторымъ опредѣленнымъ направленіямъ. Мы уже разсмотрѣли гипотезу передачи электричества и магнетизма посредствомъ частичныхъ сотрясеній эфира, проникающаго тѣла, по которымъ идетъ токъ, и видѣли также примѣненіе этой эфирной гипотезы къ такъ называемымъ невѣсомымъ дѣятелямъ, каковъ свѣтъ. Многіе физики, говоря о нѣкоторыхъ дѣйствіяхъ, допускаютъ, что передача электричества и магнетизма производитъ колебанія матеріальныхъ частицъ; но смотрятъ на происходящія при этомъ колебанія какъ на случайное, а не повсюду неизбѣжное дѣйствіе прохожденія электричества, или уменьшенія или увеличиванія магнетизма. Проводимый мною взглядъ заключается въ томъ, что такія колебанія или частичная поляризація, или нѣкотораго рода движеніе отъ частицы къ частицѣ сами по себѣ суть электричество или магнетизмъ; или, выражаясь иначе, динамическое электричество и магнетизмъ сами по себѣ суть движеніе, а постоянный магнетизмъ и статическое электричество представляютъ устойчивыя условія механической силы, находящейся въ такомъ же отношеніи къ движенію, въ какомъ находится къ нему сцѣпленіе или притяженіе массъ.

Эту теорію можно лучше разработать, чѣмъ я сдѣлалъ въ этомъ очеркѣ; но для этого и для устраненія всѣхъ возра-

женій слѣдовало бы войти въ подробности, совершенно постороннія моей настоящей цѣли. Въ этомъ очеркѣ я имѣлъ болѣе въ виду представить отношеніе силъ, на сколько оно обнаруживается въ извѣстныхъ фактахъ, чѣмъ входить во всѣ подробности разъясненій образа дѣйствій каждой изъ этихъ силъ.

Мы вѣроятно никогда не узнаемъ внутренняго строенія матеріи и малѣйшихъ подробностей частичныхъ дѣйствій. И дѣйствительно, трудно представить, чтобы умъ нашъ могъ когда либо дойти до такого познанія. Мельчайшія части тѣлъ, неразлагаемыя современнымъ микроскопомъ, могутъ разложиться при увеличеніи его силы. Много вреда принесло наукѣ стремленіе гипотетически анатомировать матерію для опредѣленія формы, размѣровъ и числа атомовъ, съ ихъ тепловыми, эфирными, электрическими и тому подобными атмосферами.

Будемъ ли мы или не будемъ разсматривать электричество, свѣтъ, магнетизмъ и т. д. какъ простыя движенія обыкновенной матеріи, но во всякомъ случаѣ несомнѣнно то, что всѣ прежнія теоріи относили, а всѣ существующія относятъ дѣйствія этихъ силъ къ движенію. Не происходитъ ли это отъ того, что мы лучше понимаемъ явленія движенія и относимъ всѣ другія свойства матеріи къ нему, съ цѣлью сдѣлать ихъ болѣе понятными; не составляетъ ли движеніе единственной формы, въ которой только и можетъ нашъ умъ, въ противоположность нашимъ чувствамъ, понимать матеріальныя дѣйствія? Извѣстно, что съ того времени какъ мистическія понятія о духовныхъ или сверхъестественныхъ могуществахъ перестали прилагаться къ объясненію физическихъ явленій, всѣ гипотезы, пытавшіяся объяснять эти явленія, сводили ихъ на движеніе. Возьмемъ для примѣра теоріи свѣта, о которыхъ я

уже имѣлъ случай говорить: по одной изъ нихъ свѣтъ принимается за чрезвычайно тонкую матерію, которая выбрасывается свѣтящими тѣлами, т. е. приводится ими въ движеніе; по другой предполагается, что матерія не выбрасывается, не выдѣляется этими тѣлами, но приводится или въ колебательное или въ волнообразное сотрясеніе, т. е. опять въ движеніе; а по третьей, свѣтъ есть волненіе или движеніе обыкновенной матеріи, и распространяется, какъ уже было замѣчено, посредствомъ сотрясеній воздуха, стекла и такъ далѣе. Во всѣхъ этихъ гипотезахъ матерія и движеніе суть единственныя основныя понятія. Если мы исключимъ выраженія, зависящія отъ нашихъ собственныхъ ощущеній, которыя сами по себѣ, можетъ быть, производятся различными видами движенія въ нервныхъ волокнахъ, то для описанія явленія нельзя найти другихъ словъ кромѣ тѣхъ, которыми выражается матерія и движеніе. И напрасны были бы усилія отдѣлаться отъ этихъ понятій, обойтись безъ нихъ; но положимъ—даже мы успѣли бы въ этомъ; тогда наша способность мышленія должна подвергнуться измѣненію, котораго мы никакимъ образомъ не можемъ предвидѣть въ настоящее время.

Если ко всякой другой силѣ мы приложимъ тотъ же способъ разсужденій, который прилагали къ теплотѣ, то должны придти къ тому же самому заключенію и найти, что данный источникъ силы, при возможности совершенно пользоваться имъ, нисколько не увеличивается, идетъ ли онъ на возбужденіе одной силы или другой. Беремъ для примѣра электричество. Положимъ, что фунтъ ртути при 400° употребляется для возбужденія термоэлектрическаго тока, а послѣдній, въ свою очередь, производитъ механическое дѣйствіе; если это дѣйствіе будетъ больше того, которое бы прямо получилось

отъ теплоты ртути, то посредствомъ сжатія можно было бы привести температуру самой ртути, или соотвѣтствующаго ей количества другаго вещества, къ температурѣ превышающей начальную, напр. къ 401°, что очевидно невозможно; невозможно также, принимая неуничтожаемость силы, получить для ртути или другаго вещества менѣе 400°, исключая конечно нѣкоторую часть ея, превращающуюся въ другую форму или видъ силы.

Но такъ какъ здѣсь механическое дѣйствіе производится при посредствѣ электричества, и это механическое дѣйствіе вполнѣ опредѣлено, то и производящее его количество электричества должно быть также опредѣленнымъ, потому что неравныя количества электричества могутъ произвести равныя механическія дѣйствія только вслѣдствіе уничтоженія части ихъ собственной силы, или появленія новаго количества силы изъ ничего. Тоже самое соображеніе, приложенное къ другимъ силамъ, кажется, неизбѣжно и неотразимо приводитъ къ заключенію, что каждая сила превращается въ опредѣленное и эквивалентное количество другой силы, и что если опытъ не даетъ полнаго эквивалента, то это по причинѣ потери начальной силы, вслѣдствіе превращенія ея въ другія неузнаваемыя силы, а не вслѣдствіе уничтоженія ея. Эквивалентъ есть предѣлъ недостижимый на практикѣ.

Въ вопросѣ о соотношеніи физическихъ силъ предстоитъ рѣшить огромную задачу опредѣленія эквивалентовъ этихъ силъ или ихъ численныхъ выраженій относительно данной единицы. Успѣхи, сдѣланные по нѣкоторымъ отраслямъ этого вопроса, показаны выше. При разсмотрѣніи статическихъ отношеній между силами или условій, необходимыхъ для равновѣсія или количественнаго равенства силъ, Дюлонгъ и Пти открыли для нѣкоторыхъ простыхъ тѣлъ замѣчательное отношеніе между хи-

мическимъ сродствомъ и теплотой; а Нейманъ и Авогадро распространили такое отношенiе на сложныя тѣла. Изслѣдованiя этихъ ученыхъ показали, что удѣльныя теплоемкости извѣстныхъ веществъ, будучи умножены на ихъ химическiя эквиваленты, даютъ въ произведенiи постоянныя количества; другими словами, вѣса тѣлъ, вступающiе въ соединенiя, требуютъ одинаковаго прибавленiя или отнятiя теплоты для возвышенiя или пониженiя ихъ температуры на одно и тоже число градусовъ. Чтобы сдѣлать это предположенiе болѣе согласнымъ съ принятымъ нами взглядомъ на сущность теплоты, мы говоримъ: каждое тѣло имѣетъ способность сообщать или принимать частичную отталкивательную силу совершенно равную по вѣсу его химической способности или способности къ соединенiю. Напримѣръ, эквивалентъ свинца 104, цинка 33 или круглымъ числомъ 3 и 1, слѣдовательно эти числа обратно пропорцiональны ихъ способностямъ къ соединенiю, то есть для насыщенiя одного и того же количества кислоты или другаго вещества способнаго соединяться съ этими металлами, — свинца требуется въ три раза больше, нежели цинка; и ихъ способность принимать или отдавать теплоту, т. е. отталкивательную силу, находится въ совершенно такомъ же отношенiи, потому что, чтобы произвести одно и тоже количество расширенiя или сокращенiя въ данномъ количествѣ третьяго вещества, напримѣръ воды, свинца требуется въ три раза больше, нежели цинка.

Кромѣ того, большое число тѣлъ химически соединяется въ равныхъ объемахъ, т. е. соразмѣрно ихъ удѣльнымъ вѣсамъ. Но удѣльные вѣса могутъ служить мѣрою притягательныхъ способностей веществъ, т. е. представляютъ численные показатели силъ, которыя стремятся произвести движенiе въ мате-

ріальныхъ массахъ по направленію отъ одной къ другой; химическіе же эквиваленты выражаютъ сродство или стремленіе частицъ несходныхъ веществъ къ соединенію и къ взаимному насыщенію; слѣдовательно, здѣсь мы находимъ до нѣкоторой степени эквивалентное отношеніе между двумя видами силы— всеобщимъ тяготѣніемъ и химическимъ притяженіемъ.

Если предыдущія отношенія возвысить до всеобщаго закона, нашлись бы одни и тѣже численныя выраженія для трехъ силъ—теплоты, тяжести и сродства; а такъ какъ электричество и магнетизмъ количественно связаны съ ними, то нашлось бы подобное выраженіе и для послѣднихъ. Но до настоящаго времени тѣла, въ которыхъ открыто такое отношеніе силъ, хотя и многочислены сами по себѣ, малочислены сравнительно съ исключеніями; поэтому, найденныя отношенія даютъ только поводъ надѣяться обобщить ихъ до общаго закона, когда послѣдующія изслѣдованія видоизмѣнятъ наше познаніе объ элементахъ и соединяющхся эквивалентахъ матеріи.

Что касается до эквивалентовъ, которые можно назвать динамическими, т. е. до опредѣленныхъ отношеній между продолжительностью дѣйствія этихъ различныхъ силъ на эквиваленты матеріи; то трудность установить ихъ до сихъ поръ еще очень значительна. Если справедливо предположеніе, приведенное въ началѣ этого сочиненія, что движеніе можетъ, подраздѣляясь и измѣняясь въ характерѣ, превращаться въ теплоту, электричество и т. д., то, очевидно, собирая разсѣянныя и преобразованныя силы и превращая ихъ обратно въ движеніе, мы должны получить начальное движеніе, уменьшенное безконечно малой величиной, т. е. количество, которое на ту же массу матеріи, будетъ дѣйствовать съ тою же скоростію. Тоже самое должно быть справедливо относительно измѣненій въ матеріи, произ-

водимыхъ прочими силами. Но трудность доказать опытомъ эту истину, во многихъ случаяхъ, непреодолима; мы не можемъ уединить движенія подобно матеріи, хотя и можемъ до нѣкоторой степени ограничивать его направленіе.

Выраженіе: вѣчное движеніе, которымъ я нерѣдко пользовался на этихъ страницахъ, само по себѣ двусмысленно. Если справедливо излагаемое здѣсь ученіе, то всякое движеніе, въ одномъ смыслѣ, вѣчно. Въ массахъ, движеніе которыхъ прекратилось отъ взаимнаго потрясенія, пораждается теплота или движеніе частицъ, и движеніе такимъ образомъ продолжается, такъ что если позволительно распространить такой взглядъ на весь міръ, мы должны допустить вѣчное существованіе одного и того же количества движенія, возбуждающаго одно и то же количество матеріи. Когда сила противодѣйствуетъ силѣ, какъ въ случаяхъ статическаго равновѣсія, то происходитъ только уравненіе еще прежде существовавшаго равновѣсія, а новое движеніе эквивалентно тому, которое переходитъ въ состояніе напряженія.

Но выраженіе: вѣчное движеніе въ обыкновенномъ смыслѣ (въ какомъ я и пользовался имъ) означаетъ вѣчно-возвращающееся движеніе; такъ если бы падающій грузъ вращалъ колесо, то колесо, въ свою очередь, должно бы было поднимать его до начальной высоты, и т. д.,—безъ конца, или пока не изотрется матеріалъ, изъ котораго сдѣлана машина. Странно, что для обыкновеннаго пониманія невозможность такого движенія не очевидна сама собою: чтобы начальный грузъ поднимался имъ самимъ произведенной силой, онъ необходимо долженъ произвести силу больше той, которую можетъ дать его собственный вѣсъ или центростремительное притяженіе; другими словами, онъ долженъ сдѣлаться способнымъ поднять грузъ,

который тяжелѣе его самого; и такъ, чтобы произвести вѣчно-возвращающееся движеніе, оставляя въ сторонѣ сопротивленіе тренія, среды и т. д., грузъ долженъ быть тяжелѣе одинаковой съ нимъ по вѣсу матеріи, короче, тяжелѣе самого себя.

Представимъ себѣ два одинаковые груза на двухъ концахъ равноплечнаго рычага: тогда нѣтъ никакого движенія; устранимъ часть одного изъ нихъ, и онъ поднимется, а другой опустится. Какимъ образомъ теперь меньшій вѣсъ подниметъ большій, безъ всякаго внѣшняго приложенія силы? Если этого не можетъ случиться, что очевидно при такомъ простомъ опытѣ, то тѣмъ болѣе не случится въ машинѣ, гдѣ преодолѣваемыя сопротивленія больше. Нельзя ли достигнуть этого, употребляя какую либо другую силу? Положимъ, мы употребляемъ электричество; дѣйствующій грузъ, опускаясь поворачиваетъ цилиндръ между подушками и такимъ образомъ возбуждаетъ электричество; чтобы возвратить эту силу, возбужденное здѣсь электричество, въ свою очередь, должно поднимать дѣйствующій грузъ, или какой нибудь грузъ большій его, т. е. дѣйствующій грузъ долженъ, черезъ посредство электричества, поднимать вѣсъ большій самого себя. Та же самая задача, приложенная ко всѣмъ другимъ силамъ, приведетъ къ той же нелѣпости: и все-таки, какъ ни просто кажется дѣло, люди съ трудомъ отрѣшаются отъ идеи почти близкой къ суевѣрію.

Повидимому мало затронута философами та обширная область выводовъ, которая связана съ отрицаніемъ вѣчнаго движенія, и мы только изрѣдка встрѣчаемъ случайный намекъ на слѣдствія, неизбѣжно вытекающія изъ того, что для мыслящаго ума составляетъ убѣжденіе. Нѣкоторые изъ этихъ выводовъ я рѣшился представить въ настоящемъ очеркѣ, но многіе опущены, и будутъ тѣсниться въ умѣ того, кто занимает-

ся этимъ предметомъ. Напримѣръ, невозможность вѣчнаго движенія, не заключаетъ ли въ себѣ, когда подумаемъ о ней, доказательства невозможности всякаго случая тождественнаго повторенія одинаковыхъ явленій, на что я уже прежде указывалъ?

Въ пустомъ пространствѣ маятникъ при каждомъ размахѣ теряетъ часть силы, которая переходитъ въ видѣ теплоты къ его точкѣ привѣса; эту силу, хотя и всегда существующую, ни въ какомъ случаѣ нельзя возвратить въ цѣлости въ чечевицу маятника, потому что во время процесса возвращенія дѣйствуетъ уже другая матерія, и измѣняются условія всей вселенной. Чтобы возстановить всю начальную силу должно возстановить въ цѣлости все, что только существовало въ моментъ перваго удара маятника: но это невозможно, потому что въ то время когда изъ маятника уходила сила въ видѣ лучеиспусканія теплоты отъ точки привѣса, окружающая его матерія не оставалась въ неизмѣнномъ положеніи, а тоже измѣнялась. Даже самое притяженіе, причинившее размахъ маятника, измѣнилось въ степени, потому что маятникъ приблизился къ солнцу, нѣкоторымъ планетамъ, неподвижнымъ звѣздамъ или удалился отъ нихъ.

Изъ этого и другихъ слѣдствій можно вывести интересныя и небезполезныя умозаключенія. Мы пришли бы, я полагаю, къ убѣжденію, что весь міръ имѣетъ свойство постоянно измѣняться, и что, не смотря на вѣковыя періоды явленій, которыя съ перваго взгляда, какъ кажется, возвращаютъ матерію къ ея начальному положенію, ничто въ дѣйствительности никогда не возвращается и не можетъ возвратиться къ состоянію вполнѣ тождественному съ прежнимъ состояніемъ. Но поле такихъ умозрѣній слишкомъ неограниченно для меня, чтобы можно было отважиться на дальнѣйшія умозрѣнія.

Неизбѣжное разсѣеваніе или растрата первоначальной си-

лы представляетъ огромное затрудненіе для опредѣленія эквивалентовъ различныхъ силъ природы посредствомъ опыта. Въ паровыхъ машинахъ, напримѣръ, теплота печи не только расширяетъ воду и посредствомъ ея производитъ движеніе поршня, но она расширяетъ также желѣзо котла, цилиндра и всѣ окружающія тѣла. Сила, расходуемая здѣсь на очень небольшое расширеніе желѣза, достаточна для огромнаго расширенія пара; расширеніе желѣза, въ свою очередь, способно произвести большую механическую силу; но послѣдняя теряется на практикѣ. Еслибъ мы могли приложить всю силу къ парамъ, то при одномъ и томъ же расходѣ топлива, сила машины увеличилась бы чрезвычайно. Можетъ быть даже при нашихъ современныхъ средствахъ и можно воспользоваться расширеніемъ желѣза.

Другое большое затрудненіе при опытномъ опредѣленіи динамическихъ эквивалентовъ различныхъ силъ происходитъ отъ дѣйствій необходимыхъ для преодолѣнія какой либо существующей силы. Такъ, когда часть начальной силы расходуется на разъединеніе частицъ матеріи соединенныхъ сцѣпленіемъ, или на преодолѣніе тяжести, или инерціи, то не можетъ развиться такое же количество теплоты и электричества, какъ еслибы эти препятствія не существовали, а первоначальная сила вполнѣ бы шла на произведеніе движенія, а не на преодолѣніе препятствій. Очевидно чрезвычайно трудно придумать опыты, въ которыхъ часть силы не употреблялась бы на такое преодолѣніе.

Однако начальная сила, употребленная на разъединеніе частицъ матеріи, не теряется, такъ какъ въ моментъ разрыва тѣла, подвергнутыя ему частицы приходятъ въ движеніе и уносятъ съ собою эту силу. Такъ два груза прикрѣпленные къ струнѣ, перекинутой поперекъ какой нибудь пластинки, падаютъ ког-

да силы ихъ достаточны для разрыва струны или пластинки; при паденіи обѣ массы ударяются въ полъ, приводя его въ сотрясеніе, и такимъ образомъ выражается перенесенная и продолженная сила сцѣпленія пластинки и струны. Если вмѣсто разрыва струны, грузы пойдутъ на изгибаніе пластинки, ихъ вѣсовая сила, взамѣнъ возбужденія сотрясеній въ полу, произведетъ теплоту въ пластинкѣ. То же будетъ со всякой другой силой, производящей разрывъ, скручиваніе и т. д. И такъ, хотя численная задача объ эквивалентахъ силъ и затруднительна на практикѣ, разрѣшима по теоріи.

Гальваническая батарея даетъ намъ лучшій способъ опредѣленія динамическихъ эквивалентовъ различныхъ силъ и есть надежда, что при помощи ея окончательно достигнутъ наилучшихъ теоретическихъ и практическихъ результатовъ.

Разсматривая отношенія различныхъ силъ, я послѣдовательно принималъ каждую изъ нихъ за начальную силу или за исходную точку, и старался показать какъ произвольно взятая сила можетъ посредственно или непосредственно производить другія силы или переходить въ нихъ. Но очевидно для внимательно изучавшихъ этотъ предметъ и въ общихъ чертахъ соглашающихся съ моимъ взглядомъ, собственно говоря, не существуетъ никакой первоначальной силы, потому что всякая сила предполагаетъ предшествующую ей, отъ которой она сама произошла. Мы точно также не можемъ сотворить силу или движеніе, какъ не можемъ сотворить матерію. Такъ возьмемъ для примѣра еще прежде приведенный случай: искра свѣта производится электричествомъ, электричество движеніемъ, а движеніе какой либо другой причиной, напр. паровой машиной—т. е. теплотой; теплота производится химическимъ сродствомъ, т. е. сродствомъ углерода топлива къ кислороду

воздуха; углеродъ и кислородъ предварительно произведены дѣйствіями, которыя трудно открыть, но что они существовали передъ этимъ—несомнѣнно; если бы мы разсмотрѣли эти дѣйствія, то нашли бы въ нихъ послѣдовательное участіе теплоты, свѣта, химическаго сродства и т. д. Такимъ образомъ, переходя отъ какой либо позднѣйшей силы къ предшествующимъ ей, мы погружаемся въ безконечную сѣть измѣненій формъ силы; на нѣкоторомъ узлѣ этой сѣти, мы теряемъ слѣдъ силы, не потому что бы она на этомъ узлѣ въ самомъ дѣлѣ сотворилась, явилась изъ ничтожества, но потому что она разлагается на такое множество производящихъ ее силъ, что раскрытіе ихъ превосходитъ наши чувства или способы обнаруживанія. Точно также, слѣдя за послѣдовательными дѣйствіями силы, взятой за первоначальную, мы доходимъ, какъ уже было показано, до такой степени раздробленности и разсѣянности ея, что одинаково лишаемся средствъ къ обнаруживанію.

Можетъ ли на самомъ дѣлѣ быть вполнѣ понятнымъ для ума предположеніе, что сила существуетъ безъ предшествующей силы? Мнѣ кажется это невозможно, безъ вмѣшательства творящаго могущества, точно также какъ и невозможно внезапное появленіе матеріи изъ ничтожества, образованіе изъ ничего. Невозможность творенія и уничтоженія матеріи съ точки зрѣнія человѣка принята съ давнихъ временъ, хотя можетъ быть сознательное принятіе ея въ философіи слѣдуетъ отнести ко времени ниспроверженія ученія о флогистонѣ и преобразованія химіи Лавуазье. На основаніи столь же неопровержимыхъ доводовъ, слѣдуетъ принять несотворимость и неуничтожаемость силы. Правда, есть много случаевъ, когда мы не умѣемъ доказать на опытѣ неуничтожаемость матеріи,

тѣмъ не менѣе увѣрены въ этомъ. Кто можетъ напримѣръ съ вѣсами въ рукахъ слѣдить за частицами желѣза, оторванными отъ обода экипажнаго колеса? Кто можетъ собрать разсѣявшіяся и химически измѣненныя частицы сгорѣвшей свѣчи? Уединяя матерію извѣстнымъ образомъ во время химическихъ и физическихъ измѣненій, мы правда можемъ показать, съ вѣсами въ рукахъ, ея неуничтожаемость, и то же самое можемъ сдѣлать въ нѣкоторыхъ случаяхъ для силы, напримѣръ въ опредѣленномъ разложеніи жидкостей электричествомъ. Дѣйствительно, очевиднымъ доказательствомъ постояннаго существованія матеріи служитъ постоянное проявленіе силы, ею развиваемой; такимъ образомъ, взвѣшивая матерію, мы доказываемъ ея существованіе съ помощью силы притяженія. Подобнымъ же образомъ доказательство существованія силы заключается для насъ въ матеріи, на которую она дѣйствуетъ въ данное время.

Такимъ образомъ, матерія и сила, въ строгомъ смыслѣ слова, находятся въ соотношеніи между собою; представленіе о существованіи одной нераздѣльно съ представленіемъ о существованіи другой; сверхъ того, количество матеріи и степень силы нераздѣльны съ идеей пространства и времени. Но если слѣдить за этими отвлеченными отношеніями, они завлекутъ слишкомъ далеко на заманчивомъ пути метафизическихъ выводовъ.

Я не сомнѣваюсь, что теоретическій отдѣлъ этого сочиненія допускаетъ много возраженій; но я думаю, что лучшее средство для оцѣнки всякой теоріи, это всестороннія сравненія ея съ другими теоріями, для того чтобы видѣть на чьей сторонѣ большая правдоподобность. Съ тѣхъ поръ, когда теорія дѣлается недоступною возраженіямъ, она перестаетъ

быть теоріей и становится закономъ. Но если не составлять теорій и не обобщать взглядовъ на явленія природы до тѣхъ поръ, пока такое обобщеніе не сдѣлается вѣрнымъ и недоступнымъ возраженію—другими словами, пока это обобщеніе не сдѣлается закономъ—то наука запуталась бы въ массѣ безсвязныхъ наблюденій, которыя вѣроятно никогда бы не разъяснились сами собою. Слѣдуетъ избѣгать крайностей какъ въ томъ, такъ и въ другомъ направленіи; хотя мы можемъ часто заблуждаться, дѣлая преждевременныя обобщенія; но мы точно также можемъ заблуждаться, ограничиваясь только тщательнымъ собираніемъ наблюденій. Дѣйствительно, хотя собраніе наблюденій и приводитъ иногда къ цѣннымъ результатамъ, но, разростаясь постепенно безъ всякой связи между отдѣльными фактами, такое собраніе приводитъ часто къ потерѣ времени и оставляетъ явленія природы въ большемъ мракѣ нежели до начала наблюденій.

Какъ собранія фактовъ, такъ и теоріи различаются по достоинству: первыя преимущественно цѣнятся по доступности къ обобщенію; тогда какъ теоріи, наоборотъ, цѣнятся по ихъ методу опредѣленія данныхъ рядовъ фактовъ; значеніе теоріи тѣмъ выше, чѣмъ менѣе представляетъ она исключеній и предположеній. Иногда факты могутъ одинаково хорошо объясняться и по одному, и по другому взгляду; но безъ теоріи они не могли бы быть ни хорошо поняты, ни вѣрно опредѣлены. При всемъ нашемъ стараніи, мы не можемъ передать фактъ безъ помощи теоретическаго языка; теорія заключается во всѣхъ нашихъ выраженіяхъ; наука прошлыхъ вѣковъ передается позднѣйшему потомству въ выраженіяхъ съ теоретическимъ значеніемъ. По мѣрѣ развития нашихъ знаній по какой нибудь отдѣльной научной отрасли, нашъ взглядъ на нее

упрощается; гипотезы и предварительныя объясненія постепенно устраняются; слова становятся болѣе соотвѣтствующими явленіямъ и, теряя гипотетическое значеніе, которымъ неизбѣжно обладаютъ при ихъ введеніи, пріобрѣтаютъ новый смыслъ, непосредственнѣе выражающій обозначаемые ими факты. Разныя приготовительныя работы тоже служили для этой цѣли. Гипотезы уничтожаются, и теорія, или обобщенный взглядъ на явленія, болѣе независимый отъ всякаго предположенія, но еще полный пробѣловъ и затрудненій, становится на ея мѣсто. Эта первая теорія въ свою очередь, если наука продолжаетъ развиваться, уступаетъ мѣсто болѣе простой и болѣе широкой теоріи, или вполнѣ устраняя возраженія переходитъ въ законъ. Даже въ этомъ послѣднемъ періодѣ пользуются словами заимствованными изъ теоріи, но явленія уже теперь понятны и связаны между собой, хотя и выражены въ разнообразныхъ формахъ рѣчи.

Размышлять о природѣ, значитъ вдаваться въ теорію; и наблюдая послѣдовательность естественныхъ явленій, не трудно увлечься до теорій, которыя покажутся неосновательными и неразумными для тѣхъ, кто не прослѣдилъ того же направленія мыслей; но тѣмъ не менѣе такія теоріи, достигая иногда незаслуженнаго значенія, соблазняютъ насъ и тѣмъ удаляютъ отъ истины, которая должна быть единственнымъ предметомъ нашихъ изслѣдованій.

Какъ провести черту, на которой мы могли бы сказать: „можно идти до этихъ поръ и ни въ какомъ случаѣ не дальше,“ въ каждомъ частномъ отдѣлѣ аналогій или отношеній представляемыхъ намъ природой? до какого предѣла можно повиноваться прогрессивнымъ указаніямъ мысли, и когда слѣдуетъ защищаться отъ ея обольщеній? Это вопросъ о степени, который остается предоставить на обсужденіе каждому индивидууму

или каждому классу мыслителей; но можно утѣшаться, что ни одна мысль не пропадаетъ даромъ.

Я всюду старался устранять гипотезы о скрытыхъ и невѣсомыхъ сущностяхъ. Если при такомъ желанiи я и основывалъ иногда свои мнѣнiя на недостаточныхъ данныхъ, то все таки, надѣюсь, что мой трудъ не сочтется за безполезный.

Убѣжденiе, что такъ называемыя невѣсомыя суть виды движенiя, во всякомъ случаѣ приведетъ наблюдателя естественныхъ явленiй къ отысканiю перемѣнъ въ этихъ дѣятеляхъ, всюду—гдѣ только измѣняется строенiе матерiи; и къ открытiю или временныхъ или постоянныхъ измѣненiй въ матерiи, всюду—гдѣ она подвержена дѣйствiю различныхъ видовъ силы. Я полагаю, что поступая такимъ образомъ, наблюдатель рѣдко обманется въ своемъ ожиданiи. Только по долговременномъ размышленiи надъ этимъ предметомъ, я рѣшился публиковать мои взгляды; ознакомленiе съ ними можетъ быть побудитъ другихъ авторовъ къ изслѣдованiю того же предмета. Мое сочиненiе не имѣетъ той же цѣли и не представляетъ тѣхъ подробностей, какъ мемуары о вновь открываемыхъ физическихъ явленiяхъ; цѣль этого очерка ознакомленiе съ способомъ воззрѣнiя на извѣстные уже факты, изъ которыхъ, сообразуясь съ моею цѣлью, я привелъ только небольшое число, но огромное количество которыхъ собрано трудами другихъ физиковъ, и принято за доказанные истины. Каждый имѣетъ право обсуждать эти факты съ точки зрѣнiя, наиболѣе удобной для него, но все-таки необходимо должны существовать нѣкоторыя теоретическiя идеи при изслѣдованiи различныхъ явленiй, открытыхъ въ новѣйшее время и особенно въ теченiе послѣдняго столѣтiя. Только посредствомъ взгляда обобщающаго и соединяющаго уже сдѣланныя прiобрѣтенiя въ области есте-

ствознанія можно получать лучшіе выводы о вѣроятномъ характерѣ результатовъ ожидаемыхъ въ будущемъ. Большимъ пособіемъ при подобныхъ изысканіяхъ можетъ служить внутреннее убѣжденіе въ томъ, что ни одно физическое явленіе не можетъ существовать отдѣльно отъ другихъ; каждое явленіе неизбѣжно связано съ предшествующими измѣненіями; и точно также само неизбѣжно производитъ послѣдующія явленія, одно за другимъ и всѣ въ пространствѣ и времени. Обращаемся ли мы къ измѣненіямъ предшествующимъ, восходимъ ли мы до измѣненій послѣдующихъ, вездѣ мы открываемъ множество новыхъ явленій, между тѣмъ какъ многія уже открытыя явленія, считавшіяся до сихъ поръ безсвязными, обнаруживаютъ взаимныя отношенія и объясняются. Объясненіе явленія, въ сущности, ничто иное какъ отнесеніе его къ явленіямъ уже болѣе усвоеннымъ нами, но не болѣе извѣстнымъ какъ причины и творящіе дѣятели. Чѣмъ ближе мы знакомимся съ сущностью явленій, тѣмъ больше мы убѣждаемся, что, ни матерія, ни сила не могутъ ни сотвориться, ни уничтожиться, и что существенная причина ихъ недостижима для насъ.

ЗАМѢЧАНІЯ И ССЫЛКИ.

СТРАН.

7. Читатель, интересующійся мнѣніями древнихъ относительно различныхъ отраслей науки, найдетъ необходимыя указанія во второй книгѣ физики Аристотеля и въ первыхъ двухъ книгахъ его метафизики. Можно также обратиться къ «Timaeus» Платона и къ исторіи древней философіи Риттера, гдѣ находится очеркъ философіи Левкиппа и Демокрита.

9. BACON'S Novum Organum, book II. aph. 5 and 6.

10. HUME'S Enquiry concerning Human Understanding, S. 7, London, 1768.
BROWN'S Enquiry into the Relations of Cause and Effect, London, 1835.
Приведенный мною примѣръ щита, задерживающаго воду, подалъ поводъ къ возраженію, какъ примѣръ, къ которому едвали примѣняется слово «причина»; но послѣ нѣкоторыхъ соображеній я всетаки рѣшился удержать его. Если разсматривать причину только по отношенію къ слѣдствію, то она должна быть связана съ слѣдствіемъ при извѣстныхъ данныхъ условіяхъ и обстоятельствахъ, т. е. какъ скоро есть эти условія, то слѣдствіе слѣдуетъ за причиной неизбѣжно и неизмѣнно; а въ моемъ примѣрѣ, при данныхъ условіяхъ, слѣдствіе также слѣдуетъ неизбѣжно и неизмѣнно. Я не вижу разницы, относительно доказательности, между моимъ примѣромъ и взрывомъ пороха отъ зажженной спички—примѣромъ Брауна; мои разсужденія одинаково хорошо примѣняются къ обоимъ примѣрамъ.
HERSCHEL'S Discourse on the Study of Natural Philosophy, pp. 88 and 149.

13. Quarterly Review, vol. IXVIII. p. 212.
WHEWELL, On the Question „Are Cause and Effect Successive

стран.

or Simultaneous?" (Cambridge Philosophical Transactions, vol. VII. p. 319).

14 HERSCHEL'S Discourse, p. 93.
AMPERE, Théorie des Phénomènes Electro-dynamiques, Memoirs in the Ann. de Chimie et de Physique, and works from 1820 to 1826, Paris.

23. LAMARCK, „Sur la Matière du Son" (Journal de Physique, vol. XIIX. p. 397).

26. D'ALEMBERT, Traité de Dynamique, pp. 3 and 4. Paris, 1796.

28. BABBAGE, On the Permanent Impression of our Words and Actions on the Globe we inhabit, 9-th Britgewater Treatise, ch. IX.

30. MAYER, Annalen der Pharmacie Leibig und Wohler, May 1832.

33. JOULE on the Mechanical Equivalent of Heat (Phil. Trans. 1850, p. 61).

34. ERMAN, Influence of Friction upon Thermo-electricity (Reports of the British Association, 1845).

37. BECQUEREL, Dégagement de l'Electricité par Frottement, Traité de l'Electricité, tom. II. p 113 et seq,

38. SULLIVAN, Currents produced by the vibration of metals (Archiv de l'Electricité t. 10, p. 480). LEROUX, Vibrations arrested produce heat (Cosmos, March 30, 1860).

39. WHEATSTONE on the Prismatic Decomposition of Electrical Light (Notices of Communications to the British Association, p. 11, 1835).

41. BACON, De Formâ Calidi, Nov. Org. book 2, aph. 20.
RUMFORD, An Enquiry concerning the Source of Heat which is excited by Friction (Phil. Trans. p. 80, 1798).
DAVY, On the Conversion of Ice into Water by Friction (West of England Contributions, p. 16).
Of Heat or Calorific Repulsion (Elements of Chemical Philosophy, p. 69).

44. BADEN POWELL on the Repulsive Power of Heat (Phil. Trans. 1834, p. 485).

СТРАН.

FRESNEL, Annales de Chimie, tom. XXIX. pp. 57 и 107.

45. MOSER on Invisible Light (Taylor's Scientific Memoirs, vol. III. pp. 461 and 465).

47. BLACK on Latent Heat (Elements of Chemistry, p. 144 et passim, 1803).

49. Опыты Генри и Дони показали, что сцѣпленіе жидкостей, разсматриваемое какъ противодѣйствіе разрыву, нѣсколько болѣе, нежели до сихъ поръ предполагали. Впрочемъ эти опыты не противорѣчатъ излагаемому здѣсь мнѣнію, потому что при переходѣ изъ твердаго состоянія тѣла въ жидкое всегда нужно употребить нѣкоторое количество силы, чтобъ преодолѣть частичное сцѣпленіе, каковъ бы ни былъ характеръ этого сцѣпленія.
DONNY, Sur la Cohésion des Liquides (Memoires de l'Académie Royale de Bruxelles, 1843).
HENRY, Proceedings of the American Philosophical Society, April. 1844 (Silliman's Journal, vol. XLVIII. p. 215).

53. THILORIER, Solidification de l'Acide carbonique (Ann. de Ch. et de Phys. tom. LX. p. 432).

56. WEDGWOOD, Thermometer for measuring the Higher Degrees of Heat (Phil. Trans. 1782, p. 305; и 1786, p. 390).
TYNDALL, on the physical properties of Ice (Phil. Trans. 1858. p. 211).
DESPRETZ, Recherches sur le Maximum de Densité de l'Eau pure et des Dissolutions aqueuses (Ann. de Ch. et de Ph. tom. IXX. p. 45, и tom. LXXIII p. 296).

57. BIOT (Comptes rendus de l'Académie des Sciences, Paris 1850, p. 281).
Опыты надъ круговой поляризацiей свѣта въ водѣ произведены были, кажется, Лисономъ.

58. I. THOMPSON, Trans. R. S. Edin. vol. XVI. p. 575.
W. THOMPSON, Phil. Mag. August 1850, p. 123.
BUNSEN, Pogg. Ann. vol. LXXXI. p. 562; Ann. de Ch. et de Phys.. vol. XXXV. p. 383. Effects of Pressure on the Freezing Point.

68. JOULE, Phil. Trans. 1852, p. 99.

СТРАН.

Хотя изъ знанія явленій можно выводить механическіе законы ихъ, но меня, вѣроятно и многихъ другихъ, всегда затрудняло объясненіе расширенія отъ холода, каково бы ни было понятіе наше о сущности теплоты.

DULONG и PETIT, и REGNAULT. См. ихъ мемуары, изложенные въ Gmelin's Handbook of Chemistry, translated by Watts for the Cavendish Society, vol. I. p. 242 et seq.

62. WOOD, Phil. Mag. 1851, 1852.

63. SENARMONT, Conduction of Heat by Crystals (Gmelin's Handbook, vol. I. p. 222).

64. KNOBLAUCH, Ann. de Ch. et de Pg. vol. XXXVI. p. 124.
TYNDALL, Transmission of Heat through Organic Structures (Phil. Trans. vol. CXLIII. p. 217).

66. GROVE, Electricity produced by approximating Metals: Report of a Lecture at the London Institution (Literary Gazette, 1843, p. 39).
GASSIOT, Phil. Mag. October 1844.
ROGET, On the Improbability of the Contact exciting Force: Treatise on Galvanism (Library of Useful Knowledge, S. 113).
FARADAY, Phil. Trans. 1840, p. 126.

68. MELLONI, Sur la Polarisation de la Chaleur: Recherches sur plusieurs Phénomènes calorifiques (Annales de Chimie et de Ph. tom. XLV. pp. 5—68; tom. XLI. pp. 375—410; tom. XLVIII. pp. 198, 218).
FORBES, On the Refraction and Polarisation of Heat (Transactions of the Royal Society of Edinburgh, vol. XIII. pp. 131, 168).

70. KIRCHOFF, Trans. Berlin Acad. 1861.
BALFOUR, STEWART on the theory of Exchanges (Report British Association, 1861).

72. T. WEDGWOOD, On the Production of Light and Heat by different Bodies (Phil. Prans. vol. LXXXII. p. 272).

75. GROVE, On the Decomposition of Water into its Constituent Gases by Heat (Phil. Trans. 1847, p. 1).
ROBINSON, On the Effect of Heat in lessening the Affinities of the Elements of Water (Transactions of the Royal Irish Academy, vol. XXI. p. 2).

СТРАН.

77. GROVE, Water decomposed by Chlorine and Heat (Phil. Trans. 1847, p. 20).

80. CARNOT, Réflexions sur la Puissance motrice du Feu, Paris, 1824.

88. SEGUIN, Influence des Chemins de Fer, p. 378 et seq.

90. ROGERS, Consumption of Coal for Man power (Cosmos, vol. II. p. 56).

93. Ватерстонъ предполагаетъ, что солнечная теплота можетъ происходить отъ механическаго дѣйствія, — паденія метеорныхъ камней на солнце; Томсонъ написалъ объ этомъ замѣчательное сочиненіе (Trans. Brit. Assoc. 1853). Но если существуетъ около солнца такое множество тѣлъ, и если они образуютъ, какъ полагаютъ, зодіакальный свѣтъ, то трудно понять, почему кометы приближаясь къ области этихъ тѣлъ, не измѣняютъ своихъ орбитъ вслѣдствіе ихъ вліянія.

Разнообразныя и замѣчательныя статьи Томсона помѣщены въ Phil. Mag. 1851 по 1854 г. включительно.

94. POISSON, Comptes rendus Paris, January 30, 1837.

96. DUFAYE, SYMMER, WATSON, and FRANKLIN, Theories of Electric Fluid and Flectric Eluids (Priestley's History of Electricity, pp. 429—441).

97. GROTTHUS, Sur la Dècomposition de l'Eau et des Corps qu'elle tient en dissolution à aide de l'Electricité galvanique (Ann. de Chimie, tom. IVIII. p. 54).

FARADAY, On the Question whether Electrolytes conduct without Decomposition (Proceedings of the Weekly Meetings of the Royal Institution, 1855).

GROVE (Comptes rendus, Paris, 1839).

98. FARADAY, On Induction as an Action of contiguous Particles (Phil. Trans. 1838, p. 30).

98. MATTEUCCI, Plates of Mica polarised by Electricity (De la Rive's Electricity, p. 140).

99. GROVE, Electrolysis across Glass (Phil. Mag. Aug. 1860).

99. KARSTEN on Electrical Figures (Archiv. de l'Elec. vols. II. III. и IV).

*

СТРАН.

100. GROVE, Etching Electrical Figures and transferring them to Collodion (Phil. Mag. January 1857).

112. FUSINIERI, Du Transport des Matières pondérable qui s'opère dans les Décharges électriques (Archives de l'Electricité; Suplément à la Bibliothèque universelle de Geneve, tom. III. p. 597).

102. GROVE, On the Voltaic Arc (Report of Lecture at the Royal Institution, Lit. Gaz. and Athenæum, Feb. 7, 1845; Phil. Trans. 1847, p. 16).

105—110. GROVE, On the Electro-chemical Polarity of Gases (Phil. Trans. 1852, p. 87).

109. FREMY and E. BECQUEREL, Oxygen changed to Ozone by the Electric Spark (Ann. de Ch. et de Phys. 1852).

Этотъ предметъ и свойства озона въ первый разъ были изслѣдованы Шёнбэйномъ. Смотри также статью Броди On the Conditions of certain Elements at the Moment of Chemical Change (Phil. Trans. 1850).

111. Molecular Changes in Electrised Metals (NAIRNE, Phil. Trans. 1780, p. 334, и 1783, p. 223; GROVE, Electrical Mag. vol. I. p. 120; PELTIER, Archives de l'Electricité, vol. V. p. 182; FUSINIERI, ib. p. 516).

112 WERTHEIM, Change in Elasticity of Metals by Electrisation (Ann. de Ch. et de Phys. vol. XII. p. 623; Arch. Elec. vol. IV. p. 490).
DUFOUR, Alteration in Tenacity of Metals by Electrisation (Bibl. univ. de Genève, Fev. 1855, p. 156).

113. MATTEUCCI, Conduction of Electricity by Crystals (Comptes rendus de l'Acad., Paris, March 5, 1855, p. 541).

115. E. BECQUEREL, Transmission of Electricity by heated Gases (Ann de Ch. et de Phys. vol. XXXIX. p. 355).
GROVE, Proceedings of the Royal Inst. 1854, p. 361).
BECQUEREL, Divergence of Gold-Leaves in Vacuo (Traité d'Electricité, vol. V.; part II. p. 55).
NEWTON, Thirty-first Query to the Optics.

116. GROVE, Particles of Metals and Metallic Oxides detached in Liquids by Electricity (Elec. Mag. vol. I. p. 119).

СТРАН.

117. MATTEUCCI, Relations of Electricity and Nervous Force (Phil. Trans. 1845, p. 285, 1846, 497; Phénomenes physiques des Corps vivants, p. 305; Lezioni di Fisica, p. 360).
GALVANI VOLTA MARIANINI et NOBILI on Physiological Effects of Electricity (Ann. de Ch. et de Phys. vols. 23, 25, 29, 38, 40, 43, 44, 56).

120. BECQUEREL, Chemical Changes by Friction (Traité de l'Elec. vol. V. part 1, p. 16).

125. DE LA RIVE, Heat of the Voltaic Pile (Bibl. univ., vol. XIII. p. 389).
DAVY On the Properties of Electrified Bodies in their relations to Conducting Powers and Temperature (Phil. Trans. 1821, p. 428).

125. GROVE, On the Effect of surrounding Media on Voltaic Ignition (Phil. Trens. 1849, p. 49).

126. OERSTED, Expériences sur l'Effet du Conflict électrique sur l'Aiguille aimantée (Aqn. de Ch. et de Phys., tom. XIV. p. 417).

128. COLERIDGE, Table Talk, vol. I. p. 65.

128. LENZ and JACOBI, Pogg. Ann. vol. XVLII. p. 403; Bulletin de l'Acad. St. Petersburg, 1839; Harris, Magnetism, part 2, p. 63.
DAVY, Decomposition of the fixed Alkalies (Phil. Trans. 1808, p. 1).
BECQUEREL Des Composés électro-chimiques (Traité de l'Electricité, vol. III. c. 13).
GROSSE, Transactions of the British Association, vol. V. p. 47 Proceedings of the Electrical Society, p. 320.

129. MALUS, Polarisation of Light by Reflexion (Mémoires d'Arcueil, tom. II. p. 143).
ARAGO, Circular Polarisation by Solids (Mémoires de l'Institut, 1811).

130. BIOT, Circular Polarisation by Liquids (Mémoires de l'Institut, 1817).

130. NIEPCE and DAGUERRE, Historique et Description des Procédés du Daguerréotype, Paris, 1839.
TALBOT, Photogenic Drawing and Calotype (Phil. Mag. March 1839, and August 1841).

СТРАН.

134. HERSCHEL, Chemical Action of the Solar Spectrum on various Substances (Phil. Trans. 1840, p. 1, and 1842, p. 181).
HUNT, Researches on Light. London, 1844.

136. GROVE, Other Forces produced by ligth (Lit. Gaz. January 1844).

137. GROVE, Influence of Light on the Polarised Electrode (Phil. Mag. December 2858).
SOMERVILLE (Mrs.). On the Magnetising Power of the more Refrangible Solar Rays (Phil. Trans. 1826, p. 132).
МОРИКИНИ опыты приведены въ сочиненіи Соммервилля.

138. HERSCHEL, On the Absorption of Light in Coloured Media viewed in connection with the Undulatory Theory (Phil. Mag. December 1833).
SEEBECK, Heat of Coloured Rays (Brewster's Optics, p. 90).

139. KNOBLAUCH (Ann. de Ch. vol. XXXVI. p. 124, and Pogg. Ann. there referred to).

140. HERSCHEL, Epipolised Light (Phil. Trans. vol. CXXXV. pp. 143, 147).
STOKES, Change in Refrangibility of Light (Phil. Trans. vols. CXLII. CXLIII).

145. Первоначальное изложеніе теоріи истеченій и колебаній смотри NEWTON'S Optics, HOOKE'S Micographia, and HUYGHEN'S Tractatus de Lumine; смотри также BREWSTER'S Optics, p. 138.

146. YOUNG, Lectures edited by Kelland, p. 359, et seq.; Phil. Trans. 1800, p. 126; HERSCHEL, Encyc. Metrop. art. Light, pp. 450 and 738; NEWTON'S Optics, p. 322; WHEWELL'S Hist. Induc. Sc. vol. II. p. 449; FOUCAULT, Comptes rendus, Paris, 1850, p. 65; HARRISON, Phil. Mag. November 1856; Camb. Phil. Trans.

148. SONDHAUSS, Refraction of Sound (Ann. de Ch. et de Phys. vol. XXXV. p. 505); DOVÉ, Polarization of Sound (Cosmos, May 13, 1859).

155. PASTEUR, Rotation of Plan of Polarised Light by Solutions of Hemihedral Crystals (Ann. be Ch. et de Phys. vol. XXIV. p. 442.

158—160. WOLLASTON, Phil. Trans. 1822, p. 89; WHEWELL, Phil.

СТРАН.

of the Induct. Sc. vol. I. p. 416; WILSON, Trans. of. the Roy. Soc. of Edin. vol. XVI. p. 79; Sir W. HERSCHEL, Phil. Trans. 1793, p. 201, и 1801, p. 300; MORGAN, Phil. Trans. vol. LXXV. p. 272; DAVY, Phil. Trans. 1822, p. 64; Elements of Chemical Philosophy, p. 97; GASSIOT, Phil. Trans. 1859, p. 157.

161. Diminishing Periods of (Herschel's Outlines of Astronomy, p. 357).

По отпечатаніи текста я нашелъ, что Струве заключилъ изъ своихъ астрономическихъ изслѣдованій, что часть свѣта должна теряться въ междупламенномъ пространствѣ. Принимая среднее разстояніе звѣздъ первой величины, онъ полагаетъ, что свѣтъ теряетъ одну сотую долю своей силы при переходѣ черезъ это разстояніе. (Etudes d'Astronomie Stellaire 1847).

NEWTON, Thirtieth Query to the Optics.

167. FARADAY, Evolution of Electricity from Magnetism (Phil. Trans. 1832, p. 125).

170. FARADAY, Magnetic Condition of all Matter (Phil. Trans. 1846, p. 21; Phil. Mag. 1846, p. 249).

BECQUEREL, Ann. de Ch. et de Ph. tom. XXXVI. p. 337; Comptes rendus, Paris, 1846, p. 147; and 1850, p. 201.

171. FARADAY, On the Magnetisation of Light (Phil. Trans. 1846, p. 1).

172. WARTMANN. Rotation of the Plane of Polarisation of Heat by Magnetism (Journal de l'Institute, № 644).

PROVOSTAYE and DESSAINES, Ann. de Ch. et Phys. October 1849.

172. HUNT, Influence of Magnetism on Molecular Arrangement (Phil. Mag. 1846, vol. XXVIII. p. 1; Memoirs of the Geological Society. vol. I. p. 433).

WARTMANN, Phil. Mag. 1847, vol. XXX. p. 263.

173. GROVE, Experiment on Molecular Motion of a Magnetic Substance (Electrical Mag. 1845, vol. I. p. 601).

174. On the direct Production of Heat by Magnetism (Proceedings of the Royal Society, 1849, p. 826).

По отпечатаніи упомянутой статьи въ Philosophical transactions я нашелъ, что Ванъ-Брэда представилъ въ Институтъ еще въ 1845 году статью о томъ же предметѣ. Его изслѣдованіе появилось въ

стсан.

comptes rendus подъ ошибочнымъ названіемъ, почему я и не замѣтилъ это изслѣдованіе. Ванъ-Брэда не сообщаетъ, впрочемъ, термометрическихъ измѣреній полученной имъ теплоты; да кромѣ того онъ и не производитъ теплоты ни съ постояннымъ магнитомъ, ни съ другими металлами кромѣ желѣза. Comptes rendus October 27, 1845.

Смотри также опыты Джуля (Phil. Mag. 1843), на которые онъ мнѣ указалъ по прочтеніи моей статьи.

175. Опыты надъ дѣйствіемъ магнетизма на намагниченное вещество помѣщены въ недавно изданномъ сочиненіи De la Rive, Treatise on Electricity vol. I.

181. DAVY, Electricity defined as Chemical affinity acting on Masses (Phil. Trans. 1826, p. 389).

VOLTA, Electricity excited by the mere Contact of conductiug Substances (Phil. Trans. 1800, p. 403).

182. GROVE, Gold-Leaf Experiment (Comptes rendus, Paris, 1839, p. 567).

183. GROVE, Voltaic Action of Sulphur, Phosphorus, and Hydrocarbons (Phil. Trans. 1845, p. 351).

GROVE, New Voltaic Combination (Phil. Mag. vol. XIV. p. 388; vol. XV. p. 287).

183. GROVE, Electricity of Blowpipe Flame (Proceedings of the Royal. Institution, February 1854), Phil. Mag.

186. DALTON, New System of Chemistry, London, 1810.

186. Я здѣсь, какъ и вездѣ, употреблялъ цѣлыя числа, какъ достаточно близкія для моихъ доводовъ; но я употреблялъ ихъ безъ всякаго намѣренія выразить какое либо мнѣніе о законѣ Праута.

188. FARADAY, Definite Electrolysis (Phil. Trans. 1834, p. 77).

189. WOOD, Heat disengaged in Chemical Combinations (Phil. Mag. 1852).

191. ANDREWS, Phil. Trans. 1844, p. 21.

HESS, Poggendorff's Annalen, Bd. LII. p. 107.

193. FAVRE, Ann. de Ch. et de Phys. vols. 39, 48; Comptes rendus, Paris, vol. 45, p. 56, and vol. 46, p. 337.

СТРАН.

200. CATALYSIS by Platinum (DOBEREIMER, Ann. de Ch. et de Phys. tom. XXIV. p. 93; DULONG and THENARD, Ann. de Ch. et de Phis. tom. XXIII. p. 440).

201. GROVE, Gas Voltaic Battery (Phil. Mag. February 1839, and December, 1842; Phil. Trans. 1843, p. 91).

203. MOSOTTI, Forces which regulate the Internal Constitution of Bodies (TAULOR'S Scientific Memoirs, vol. I. p. 448).

203. PLUCKER, Repulsion of the Optic Axes of Crystals by the Poles of a Magnet (Taylor's Scientific Memoirs, vol. V. p. 353).
Magnetic Action of Cyanite (Lit. Gaz. 1849, p. 431).

204. MATTEUCCI, Correlation of Electric Current and Nervous Force (Phil. Trans. 1850, p. 287).

205. CARPENTER, On the Mutual Relations of the Vital and Phisical Forces (Phil. Trans. 1850, d. 751).

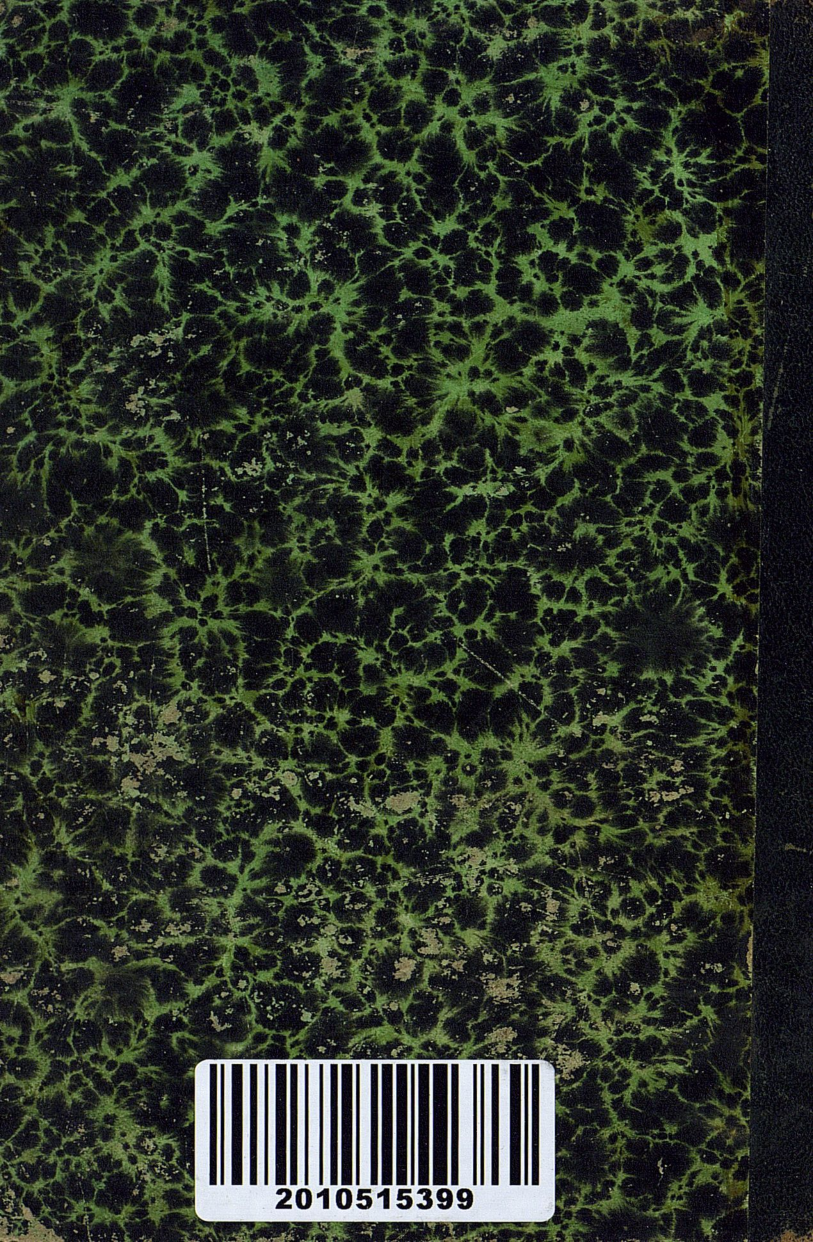
206. On Effort. См. BROWN, Cause and Effect; HERSCHEL'S Discourse; и QUARTERLY REVIEW, June 1841.

207. HELMHOLTZ, Muller's Archives, 1845; MATTEUCCI, Comptes rendus, Paris, 1856; BECLARD, Archives de Medicine, 1861.

224. DULONG and PETIT, Relation between Specific Heat and Chemical Equivalents (Ann. de Ch. et de Phys. tom. X. p. 395).

225. NEUMANN, Poggendorff's Annalen, Bd. XXIII. p. 1.
AVOGADRO. Ann. de Ch. et de Phys. tom. IV. p. 80.




2010515399